

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE

Analyse sur ordinateur de la
stabilité des pentes et talus :
programmation en langage "FORTRAN 77
structuré"

DATE : Le 07-juin-1986

AUTEUR : Djidiack Jean Paul Faye
DIRECTEUR : Ismaïla Gueye
CO-DIRECTEUR : Michel Borhat

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la bonne réalisation de ce travail ; principalement à :

- Mr Ismaila Guèye, ing. MSc, Professeur de Mécanique des sols à l'EPT, mon directeur de projet, pour ses conseils très pertinents et la bonne documentation qu'il m'a fournie.

- Mr Michel Bornat, Technicien de Mécanique des sols à l'EPT, mon co directeur, pour son soutien actif , sa disponibilité inconditionnelle, et sa très grande contribution à la réussite de ce projet ;

- Tout le Personnel du centre de calcul (Mr Y. S. Mieux , Mme M. Leclair , Mr A. Ndoye , Mme E. Ndiaye) pour leur aide appréciée .

- Mlles Anne Marie Ndiaye, Défama WANE et Mme Bornat pour leur aide à la dactylographie du manuscrit.

Enfin à mes parents et à mon ami "GABY" qui , chacun à sa manière, ont oeuvré à ma réussite scolaire .

SOMMAIRE

L'Ecole Polytechnique de Thiès, école de formation d'ingénieurs de conception, a sans doute besoin de logiciels pour le bon fonctionnement de son centre de calcul et aussi pour son prestige .

C'est ainsi que nous avons créé, dans le cadre des projets de fin d'études , un logiciel permettant l'analyse de la stabilité des pentes et talus.

Nous avons successivement écrit un programme en langage Fortran 77 structuré, fait des tests de validation, confectionné un manuel d'utilisation et traité le cas de la stabilité de la petite corniche derrière l'hôpital principal de Dakar.

Le programme peut tenir compte :

- des profils irréguliers,
- des fissures de tension,
- des écoulements d'eau,
- d'une variation verticale de la cohésion non drainée,
- des forces sismiques,
- des systèmes d'unités utilisés.

Le programme fonctionne bien et la validation s'est révélée probante.

Quatre exemples traités ont servi à sa validation .

L'introduction de la recherche automatique du cercle critique est d'un grand intérêt car cette méthode de recherche donne souvent des cercles plus critiques que ceux définis par une grille introduite par l'utilisateur .

Le cas analysé révèle que l'on ne devrait pas craindre un glissement de terrain au niveau de la petite corniche (le facteur de sécurité est 1.771 selon la méthode de Bishop simplifiée et de 1.611 selon la méthode de Fellénus).

TABLE DES MATIERES

Page titre	i
Remerciements	ii
Sommaire	iii
Table des matières	v
Liste des figures	xi

I- INTRODUCTION

I.1	Schéma de calcul	2
I.2	Bref aperçu de la documentation de base	3
I.3	Equipement et langage de programmation utilisés	4

II- STABILITE DES PENTES ET TALUS

II.1	Historique et importance	5
II.2	Généralités	6
II.2.1	Les phénomènes de rupture	6
II.2.2	Causes de rupture	6
II.2.3	Facteurs de glissement	7
a)	Intervention des causes externes	7
b)	Intervention des causes internes	7
II.3	Méthode de Bishop simplifiée	8
II.3.1	Principe	8
II.3.2	Equilibre d'une tranche	12
II.3.3	Calcul du facteur de sécurité	15
II.4	Méthode ordinaire des tranches	16

III- ANALYSE FONCTIONNELLE

III.1	Description des entrées	17
III.2	Description des sorties	17
III.3	Organigrammes	17
III.3.1	Organigramme du programme principal	17
III.3.2	Organigramme de la sous-routine de calcul du facteur de sécurité	17

IV- ANALYSE ORGANIQUE

IV.1	Décomposition du programme en sous-routines	18
IV.2	Décomposition du logiciel en fichiers	18
IV.3	Description des sous-routines et fonctions	21
IV.3.1	Initialisation	21
IV.3.2	Lecture des données	22
IV.3.3	Calcul du facteur de sécurité	24
IV.3.4	Recherche et trie	38
IV.3.5	Impression	42

V- PLAN DE VERIFICATION

V.1	Au moment de l'acquisition des données	45
V.2	Au moment des calculs	46
V.3	Au moment du "débuggage"	47
V.4	Au moment de l'obtention des résultats	47

VI- GUIDE DE L'USAGER

VI.1	Description sommaire du logiciel	48
VI.2	Préparation des données	48
VI.2.1	Axes des coordonnées	48
VI.2.2	Définition des cercles de glissement	50
VI.2.3	Géométrie du sol	53

VI.2.4	Caractéristiques du sol	54
VI.2.5	Fissures de tension	55
VI.2.6	Pression interstitielle	55
VI.2.7	Coefficients sismiques	56
VI.3	Description des entrées	57
VI.3.1	Présentation	57
VI.3.2	Liste des données	58
	A- Identification du problème	58
	B- Données générales	58
	C- Définition du centre du cercle	61
	D- Seconde condition sur le cercle	62
	E- Sections verticales	62
	F- Propriétés du sol	64
	G- Pressions interstitielles	65
	H- Variation de la cohésion non drainée avec la profondeur	66
	I- Entrées interactives à l'écran	67
VI.4	Description des sorties	67
VI.5	Exécution du programme	68

VII- RESULTATS DE VALIDATION

VII.1	Description et validation de l'exemple 1	70
VII.2	Description et validation de l'exemple 2	71
VII.3	Description et validation de l'exemple 3	72
VII.4	Description et validation de l'exemple 4	73

VIII- ANALYSE D'UN CAS

VIII.1	Données et description	75
VIII.2	Listages des entrées et des sorties	76
VIII.3	Résultats	76

IX- COMPLEMENT D'ANALYSE 78

X- CONCLUSIONS 79

XI- BIBLIOGRAPHIE 80

A N N E X E S

Annexe A1 - Organigramme du programme principal

Annexe A2 - Organigramme du calcul du facteur de sécurité

Annexe E1 - Exemple no.1

Annexe E2 - Exemple no.2

Annexe E3 - Exemple no.3

Annexe E4 - Exemple no.4

Annexe E5 - Cas analysé

Annexe PP - Listage du programme

Annexe E1inp - Fichier des données de l'exemple 1

Annexe E1out - Sorties de l'exemple 1

Annexe E2inp - Fichier des données de l'exemple 2

Annexe E2out - Sorties de l'exemple 2

Annexe E3inp - Fichier des données de l'exemple 3

Annexe E3out - Sorties de l'exemple 3

Annexe E4inp - Fichier des données de l'exemple 4

Annexe E4out - Sorties de l'exemple 4

Annexe E5inp - Fichier des données du cas analysé

Annexe E5out - Sorties du cas analysé

LISTE DES FIGURES

	Page
* figure N° 1 - schéma d'analyse de la stabilité	9
* figure N° 2 - équilibre des forces sur une tranche	9
* figure N° 3 - choix des axes de coordonnées	49
* figure N° 4 - définition des cercles de de glissement	49
* figure N° 5 - procédure de recherche automatique	51

I — INTRODUCTION

Sur les massifs en pente ,l'ingénieur du génie civil ne peut envisager le début d'une construction sans avoir au préalable étudié sa stabilité au glissement En effet,à l'action des efforts externes et internes ,le sol oppose sa résistance au cisaillement qui dépend de sa cohésion et de son frottement interne

C'est donc une nécessité pour l'ingénieur de savoir si le sol peut résister aux sollicitations qu'il qu'il envisage de le soumettre.

C'est dans ce cadre qu'il convient de placer les études faites sur la stabilité des pentes et talus.

Les longs et fastidieux calculs qu'entraînent ces analyses ont poussé les ingénieurs géotechniciens,avec l'avènement des ordinateurs ,à concevoir des logiciels de calcul de facteurs de sécurité .

Le logiciel "STABEPT" permet le calcul de facteurs de sécurité par la méthode de 'Bishop Simplifiée 'et par celle de 'Fellénius', méthodes de calcul par tranches ,appliquées à des surfaces circulaires de glissement.

Il est écrit en langage 'Fortran 77 structuré ' et offre la possibilité de lire des données en format libre et de faire (sur option) des calculs avec recherche automatique du cercle critique.

I.1 - SCHEMA DE CALCUL

Le calcul est prévisionnel ; on cherche à déterminer si et où une rupture pourrait se produire dans un talus ou dans un remblai non encore édifié , mais dont on s'est fixé à l'avance le profil.

La surface de glissement qui intervient ici est circulaire ; elle est , parmi toute une série de surfaces possibles, celle pour laquelle le risque de rupture est le plus grand , c'est à dire , la surface pour laquelle le facteur de sécurité est le moins élevé .

Le calcul amène à comparer les forces actives (forces de gravité de la portion de talus intérieure au cercle de glissement) qui tendent à provoquer un cisaillement le long de cette surface , et les forces passives (forces de cohésion et de frottement) qui leur résistent . Pour cela on considère , dans la masse de sol située au dessus du cercle , des tranches verticales . Après avoir effectué le calcul pour chacune des tranches élémentaires, on fait la somme algébrique des termes homologues , en tenant compte du fait que les tranches qui doivent s'élever et non pas s'abaisser lors du mouvement de rotation s'opposent à ce mouvement .

On tient aussi compte de la correction sur la composante normale du poids due à l'effet de la pression interstitielle .

I.2 - BREF APERCU DE LA DOCUMENTATION DE BASE

Le document de base est principalement constitué du programme original "Stabil" écrit par G. Lefevre (1971) ,modifié par S. Chirapuntu (1973) et R. Chapuis(1974), et dont la francisation et le transfert sur "micromega 32 " est fait par Michel Bornat (janvier 1985) .

Ce programme écrit en langage "fortran IV " n'offre pas la possibilité d'entrer les données en format libre , de faire des calculs avec recherche automatique du cercle critique .

Comme nous ne disposons pas d'un organigramme et à cause du langage de programmation ancien et non structuré , il s'est avéré difficile de suivre les différentes étapes de calcul . Ainsi toutes tentatives de modifications et / ou d'améliorations seraient fastidieuses , voire hasardeuses pour la validité des résultats .

La description du programme "stabil" a aussi servi de document de base .

Ce document est produit par le B.R.G.M.

(Bureau de Recherche Géologiques et Minières) ;il contient la description de la méthode de Bishop simplifiée , la mise en oeuvre du programme "stabil", la présentation de données , et des exemples de traitement .

I.3 - EQUIPEMENT ET LANGAGE DE PROGRAMMATION UTILISES

Le logiciel " STABEPT " est écrit sur IBM-PC en langage 'Fortran 77 structurée' .

* 1 ' IBM-PC a les caractéristiques suivantes :

- deux lecteurs de disquettes
- 512 k-octets de mémoire vive
- carte graphique Hercules incorporé
- co-processeur 8087 incorporé
- utilise le système d'exploitation sur disque (DOS)

* 1' imprimante a les caractéristiques suivantes :

- 80 cps (caractères par seconde)
- 80 cpl (caractères par ligne)

Il est à noter que le fortran 77 de l'IBM -PC n'est pas très riche ; Beaucoup d'instructions Fortran n'y sont pas admises; ce qui a beaucoup influé dans la structuration du programme

II - STABILITE DES PENTES ET DES TALUS

II.1 - HISTORIQUE ET IMPORTANCE

L'analyse de la stabilité des pentes est d'une grande importance pour tous travaux d'ingénierie où il en est question . Son importance a pris de l'ampleur lorsque des accidents graves se sont produits à travers le monde pour cause d'instabilité de pentes ou talus .

Les glissements rotationnels de terrain sont identifiés et décrits depuis très longtemps .

Dès 1846 Collin , ingénieur français , a remarqué que la section droite de surfaces de glissement observées dans des remblais argileux est très voisine d'une cycloïde .

Fellénius puis Bishop , en admettant que cette section cycloïdale est très proche d'une section circulaire , est parvenu à mettre au point une méthode qui permet de définir les conditions d'équilibre d'un talus .

En dépit de leur grand intérêt , les méthodes de calcul sont assez pénibles à manier . Pour une analyse , il faut envisager de nombreuses positions pour le cercle de glissement afin de repérer celle qui correspond à l'hypothèse de rupture la plus défavorable ; ainsi une longue série de calculs doit être réitéré à plusieurs reprises , ce qui n'est vraiment devenu commode qu'avec l'apparition des ordinateurs .

II.2 - GENERALITES

II.2.1 - LES PHENOMENES DE RUPTURE

Dans les pentes naturelles , les ruptures sont souvent liées à un écoulement d'eau ou une érosion au pieds du massif par une rivière ou par la mer .

Des problèmes d'infiltration et d'érosion des berges sont rencontrés dans les digues des canaux ou des aménagements hydro-électriques .

La rupture des grands barrages en terres et des retenues collinaires est souvent liée aux variations brutales du niveau des eaux lors des vidanges rapides .

II.2.2 - CAUSES DE RUPTURE

Les principales causes de rupture sont les suivantes :

- * les modifications du moment moteur
- * les modifications des conditions hydrauliques
- * les modifications des caractéristiques géotechniques du terrain

II.2.3 - FACTEURS DE GLISSEMENT

Selon K. TERZAGHI (1950) ,les facteurs responsables peuvent être classés en deux groupes , selon qu'ils tiennent au contexte (causes externes) ou qu'ils affectent les qualités du matériau lui-même (causes internes) .

a) Intervention des causes externes

Elles augmentent les contraintes de cisaillement sans que soit modifiée la résistance du matériau . Ce sera le cas si l'on surcharge le sommet d'un versant par apport de matériau .

Comme autre cause externe de glissement on peut citer le cas particulier des tremblements de terre dont on tient compte en ajoutant aux forces agissantes un terme proportionnel au poids du terrain et à l'accélération horizontale du seïsme prévu .

b) - Intervention des causes internes

Elles provoquent un glissement sans qu'il y ait eu modification du site , ni tremblement de terre . Les contraintes de cisaillement n'ayant pas changées , c'est donc la résistance du matériau qui a diminué .

L'infiltration de l'eau serait la principale cause susceptible d'affaiblir la cohésion du terrain . Il peut arriver aussi une dégradation notoire des qualités mécaniques du matériau .

II.3 - METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE

II.3.1 - PRINCIPE

Considérons un massif avec des pentes susceptible de se rompre le long d'une ligne de glissement potentielle . Bishop admet que la rupture se produit simultanément en tout point de la courbe de glissement ; le massif dont on étudie la stabilité sera donc considéré découpé en tranches verticales d'épaisseur $'b'$.

La méthode est basée sur l'équilibre d'une tranche de talus verticale d'épaisseur unitaire (études faites dans le plan) , et délimitée par un cercle de glissement . Le calcul conduit à l'évaluation du facteur de sécurité correspondant à ce cercle .

Le schéma d'analyse de stabilité est représenté à la figure N°1 .

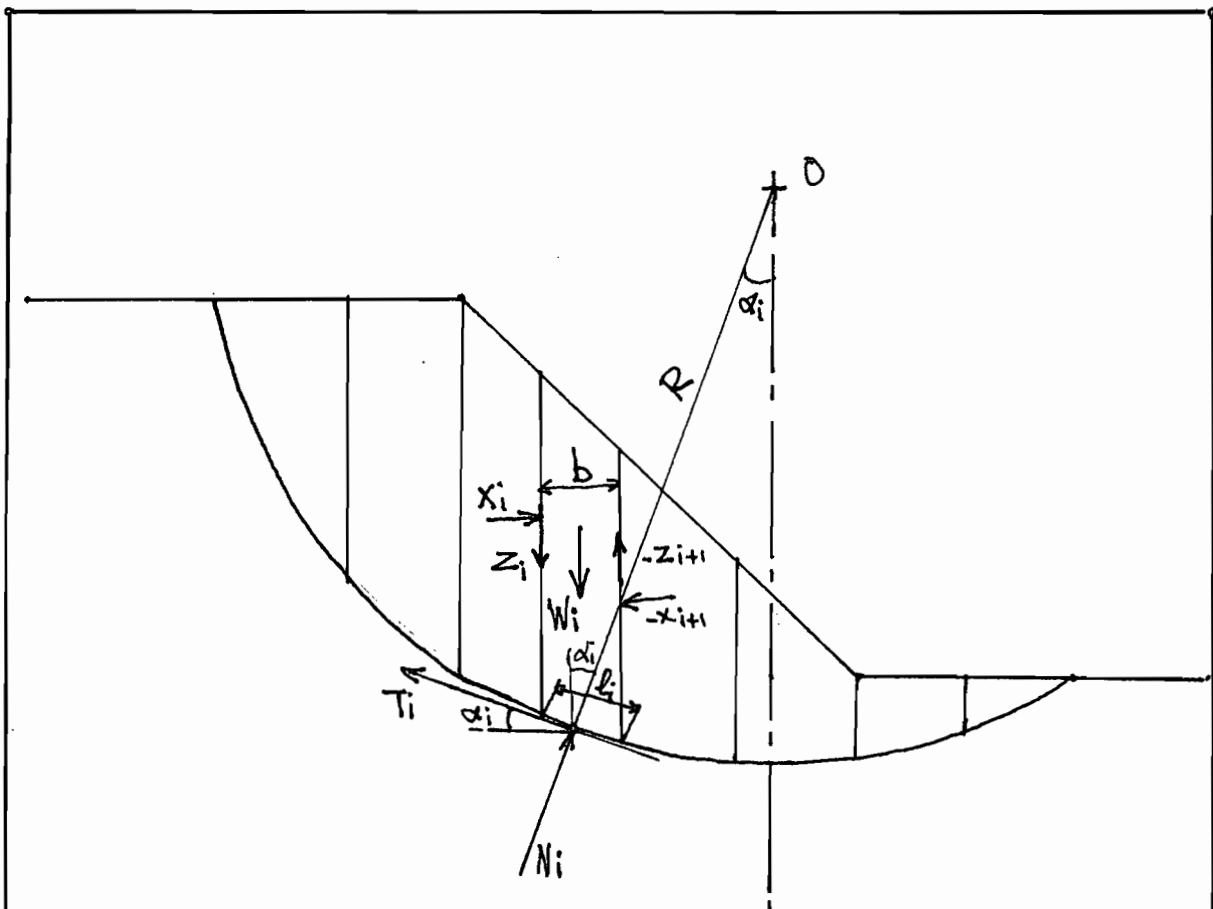


figure 1: Schéma d'analyse de stabilité

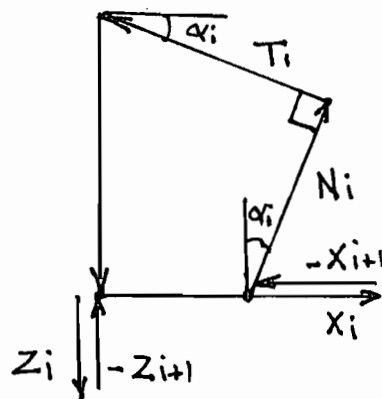


figure 2: Equilibre des forces sur une tranche

NOTATIONS :

- R : rayon du cercle de glissement
- W_i : poids par unité de largeur de la tranche "i"
- α_i : angle avec la verticale du rayon vecteur passant par le centre de la base de la tranche
- l_i : longueur de la base de la tranche
- u_i : pression interstitielle agissant au bas du centre de la tranche
- X_i, Z_i : composantes horizontale et verticale de la force exercée sur la tranche d'ordre "i" par la tranche d'ordre "i-1"
- N_i, T_i : composantes normale et tangentielle de la force exercée par le massif sur la base de la $i^{\text{ème}}$ tranche
- F : facteur de sécurité (rapport des moments des forces tendant à faire pivoter le cercle, aux moments des forces s'y opposant)
- C_i : contrainte due à la cohésion
- $\bar{\alpha}'_i$: angle de frottement interne

La portion de talus intérieure au cercle de glissement choisi est en équilibre limite lorsque la somme des moments dûs aux forces de gravité de ce massif est égale à la somme des moments résistants dûs aux forces de cohésion et frottement ,développées sur la surface de rupture .

L'évaluation de ces moments est réalisée en découpant le volume étudié en une série de tranches verticales dont l'épaisseur peut être variable.

Dans chacune de ces tranches , les forces résistant au cisaillement sont évaluées en fonction du poids de la tranche , de l'éventuelle pression interstitielle de l'eau contenu dans le terrain et des caractéristiques mécaniques de la couche dans laquelle passe le cercle de glissement .

La méthode de Bishop repose ,à ce niveau sur les hypothèses simplificatrices suivantes :

- seules les composantes horizontales des forces entre tranches sont à prendre en considération .
- les forces verticales exercées sur la $i^{\text{ème}}$ tranche par ses deux voisines se compensent exactement :

$$Z_i = Z_{i+1}$$

Dans les conditions normales , le talus n'est pas à la limite de la rupture , et seule une portion $1/F$ de la résistance au cisaillement est mobilisée sur chaque tranche pour maintenir celle-ci en équilibre .

II.3.2 - EQUILIBRE D'UNE TRANCHE :

EXPRESSION DE "T_i"

Pour une tranche d'ordre 'i', la contrainte totale au centre de sa base a pour composantes :

$$\sigma_i = N_i / l_i$$

$$\tau_i = T_i / l_i$$

la contrainte effective a donc pour composantes:

$$\sigma'_i = N'_i / l_i = \sigma_i - u_i$$

$$\tau'_i = \tau_i$$

On sait que τ' est la distribution des contraintes normales réellement appliquées, $C + \tau' \operatorname{tg} \bar{\alpha}$ est par conséquent, l'intensité maximale de la contrainte de cisaillement compatible avec cette composante normale σ' .

Par définition τ est une portion $1/F$ de cette intensité maximale .

On a ainsi :
$$\tau_i = 1/F * (C_i + \sigma'_i \operatorname{tg} \bar{\alpha}'_i)$$

$$T_i = 1/F * (C_i l_i + N'_i \operatorname{tg} \bar{\alpha}'_i)$$

avec $N'_i = N_i - u_i l_i$

Le diagramme d'équilibre des forces sur une tranche d'ordre 'i' est représenté à la figure N°2 .

L'équilibre de la tranche d'ordre 'i' s'écrit :

$$W_i + X_i - X_{i+1} + T_i + N_i = 0$$

La projection du diagramme d'équilibre sur l'axe vertical permet d'éliminer les forces horizontales dues aux tranches voisines , et en combinant avec l'expression de T_i , on élimine l'inconnue N_i . On obtient ainsi la valeur de T_i en fonction des seules caractéristiques de la tranche 'i' .

$$W_i - N_i \cos\alpha_i - T_i \sin\alpha_i = 0$$

$$N_i = \frac{W_i - T_i \sin\alpha_i}{\cos\alpha_i}$$

En reportant dans l'expression de T_i

$$T_i = \frac{W_i - T_i \sin\alpha_i}{C_i l_i + \left(\frac{W_i - T_i \sin\alpha_i}{\cos\alpha_i} - u_i l_i \right) \operatorname{tg}\bar{\varphi}'_i}$$

F

En résolvant par rapport à T_i et en remarquant que l'épaisseur de la tranche $b_i = l_i \cos \alpha_i$, on a :

$$T_i = \frac{l_i}{\cos \alpha_i} \left[\frac{C_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i}{F + \operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i} \right]$$

II.3.3 - CALCUL DU FACTEUR DE SECURITE

A l'équilibre limite les moments des forces motrices s'exerçant le long du cercle de glissement s'opposent à ceux des forces résistantes :

$$R \sum W_i \sin \alpha_i = R \sum T_i$$

En remplaçant T_i par sa valeur précédemment déterminée, il apparait une équation implicite en F qui est la seule inconnue ; la valeur de F solution vérifie :

$$F = g(F) :$$

$$F = \frac{\sum_i \frac{[C_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i]}{\cos \alpha_i}}{1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i}{F}} \frac{\sum_i W_i \sin \alpha_i}{i}$$

Il faudrait donc une méthode itérative pour résoudre cette équation .

II.4 - METHODE ORDINAIRE DES TRANCHES "METHODE DE FELLENIUS"

Cette méthode est basée sur le même principe que celui de la méthode de Bishop .

Une seule considération les différencie :

Dans la méthode de Fellenius on admet que seules les forces externes inter-tranches sont égales , alors que dans la méthode de Bishop simplifiée , on admet que les composantes horizontales de ces forces s'équilibrent .

L'équation des moments prises par rapport au centre du cercle conduit à l'équation suivante du facteur de sécurité selon Fellenius :

$$F = \frac{\sum [C_i b_i + (W_i \cos^2 \alpha_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \delta'_i]}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

La sommation est relative aux tranches .

Contrairement à celle de Bishop la formule de Fellenius est explicite .

III - ANALYSE FONCTIONNELLE

III.1 - DESCRIPTION DES ENTREES

Se référer au chapitre VI (GUIDE DE L'USAGER)

III.2 - DESCRIPTION DES SORTIES

La liste des informations et des résultats apparaissant sur le fichier des sorties sera donnée en annexe avec les différents cas de validation . Le "listing" de ces sorties est plus explicite qu'une simple description .

III.3 - ORGANIGRAMMES

III.3.1 - ORGANIGRAMME DU PROGRAMME PRINCIPAL

Tracé à l'annexe A1

III.3.2 - ORGANIGRAMME DE LA SOUS-ROUTINE DE CALCUL DES FACTEURS DE SECURITE (subroutine fsbishop)

Tracé à l'annexe A2

IV — ANALYSE ORGANIQUE

IV.1 — DECOMPOSITION DU PROGRAMME EN SOUS-ROUTINES

Le logiciel est constitué d'un programme principal et d'un grand nombre de sous-routines qui s'imbriquent .

Au total on a un programme principal avec trente sept (37) sous-routines ,trois (3) fonctions et un fichier non exécutable (fichier commun.for) .
Les sous-routines et fonctions sont répertoriées dans le sous-chapitre IV.2 .

IV.2 — DECOMPOSITION DU LOGICIEL EN FICHIERS

Toutes les sous-routines sont regroupées en différents fichiers ; leurs noms et composition figurent aux tableaux des pages suivantes ;

'commun.for' est un fichier non exécutable ;il regroupe des blocs communs .

NOM DU FICHIER	DESCRIPTION SOMMAIRE	COMPOSITION
		f. fancy
		s. fsbishop
		s. intercep
	Regroupe toutes les	s. interpos
FSBISHOP.FOR	sous-routines intervenant	s. intermed
	dans le calcul des facteurs	s. nosectve
	de sécurité pour un cercle	s. limitran
	donné	s. calctran
		s. poidtran
		s. pressint
		s. iterafsc
		f. deltafs
		s. rechauto
	ce fichier contient les	s. calcmouv
RECHERCH.FOR	sous-routines de recherche	s. rechprec
	et de trie	s. rechnorm
		s. triefsec
		s. rech1min
		s. rech2min
		s. chgtabl

NOM DE FICHER	DESCRIPTION SOMMAIRE	COMPOSITION
		s. probleme
	regroupe toutes les	s. donumgen
LIREDATA.FOR	sous-routines de lecture de données de fichier	s. lirecerc s. locageom s. propmeca
	regroupe toutes les	s. entete
	sous-routines d'impression	s. impecran
IMPRIMER.FOR	à l'écran et/ou sur le fichier de sortie	s. dateheur s. impmintg s. imptomin s. affititr s. pagine s. affitrie s. titrresu
	Ce fichier regroupe une	s. ouvr fich
INITIALI.FOR	sous-routine de lecture et ouverture des fichiers d'entrée et de sorties ,et quatre d'initialisation	s. initauto s. initprog s. inittang s. initcerc
	ce fichier contient le	
STABCALC.FOR	programme principal	p. calcstab

IV.3 - DESCRIPTION DES SOUS-ROUTINES ET FONCTIONS

IV.3.1 - INITIALISATION

sous-routine OUVRFICH : Elle accepte interactivement les noms des fichiers de données et de sortie puis ouvre ces fichiers.

sous-routine INITPROG : Elle permet une initialisation globale des variables caractères, numériques et logiques qui interviennent tout au long du programme.

sous-routine INITTANG : sous-routine d'initialisation pour toutes les tangentes d'un problème donné .

sous-routine INITCERC : sous-routine d'initialisation pour tous les cercles d'une tangente donnée .

sous-routine INITAUTO : sous-routine d'initialisation pour la recherche automatique suite à la recherche suivant une grille définie par l'utilisateur (recherche normale). on fait donc appel à cette sous-routine quand le centre du cercle pour lequel le facteur de sécurité est le minimum se trouve sur les limites de la grille.

Mais l'accord de l'utilisateur est demandé pour cette recherche additionnelle. Aussi il y a réajustement du nombre maximum de cercles à calculer car cette recherche supplémentaire n'est faite que sur 12 cercles au maximum.

IV.3.2 - LECTURE DES DONNEES

sous-routine PROBLEME Elle accepte les informations permettant d'identifier le problème à traiter , le nom du traitant , la date et l'heure du traitement .

sous-routine DONUMGEN lecture et écriture (à l'écran et sur le fichier des sorties) des données numériques générales .

après lecture si la variable caractère 'syst' prend la valeur 'im' , on travaille en système impérial (livre-pieds) , et le poids spécifique de l'eau prend la valeur 62.4 lb/pi^3 .

Si syst ='m1' on travaille en système métrique (kilo-newton-mètre) et le poids spécifique de l'eau est 9.81 kn/m^3 .

Si syst ='m2' on travaille en système métrique (tonne - mètre) et le poids spécifique de l'eau est 1 tonne/m^3 .

sous-routine LIRECERC lecture ,selon l'option de recherche, des éléments définissant les cercles supposés de glissement (centre de départ et éléments de progression).

Avec une ou deux tangentes ,le nombre maximum de cercles à calculer par tangente est 100 .

Au delà de deux tangentes ce nombre maximum vaudra la partie entière de 200 divisé par le nombre de tangentes .

sous-routine LOCAGEOM Accepte les données pour la localisation de la géométrie des sections verticales , de la stratification et des frontières .

sous-routine PROFMECA sous-routine de lecture des valeurs des éléments qui définissent les propriétés mécaniques de chaque couche de sol : cohésion non drainée, angle de frottement interne et densité . La variable "desr(j)" permet d'identifier le sol "j". Cette sous-routine accepte aussi (sur option) les valeurs de la cohésion non drainée en fonction de la profondeur.

IV.3.3 - CALCUL DU FACTEUR DE SECURITE

fonction FUNCY fonction d'interpollation et d'extrapollation linéaires qui est généralisé de la façon suivante :

$$x_1 \longrightarrow f(x_1) = y_1$$

$$x_2 \longrightarrow f(x_2) = y_2$$

$$a \longrightarrow f(a) = funcy$$

ainsi :

$$\text{funcy} = y_1 + \frac{a - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

fonction FUNYC

funcy(a) donne l'ordonnée du point d'intersection entre l'arc de cercle et la verticale passant par l'abscisse $x = a$

ainsi pour un cercle de centre (x_0, y_0) et de rayon r on a :

$$\text{funcy}(a) = y_0 - \sqrt{(r^2 - x_0^2 - a^2 + 2 \cdot x_0 \cdot a)}$$

sous-routine FSBISHOP

Elle permet le calcul , pour un cercle donné , des facteurs de sécurité minimums selon la méthode de Bishop simplifiée et celle de Fellénius (méthode ordinaire des tranches) .

Avec les coordonnées du centre du cercle et la droite à laquelle le cercle est tangent on peut calculer le rayon .

Selon l'option de départ on peut aussi calculer le rayon avec les coordonnées du centre du cercle et les coordonnées du point fixe par lequel le cercle passe obligatoirement ; la formulation mathématique est assez simple . Par suite , les points d'interception [(xneg,yneg) et (xpos,ypos)] du cercle avec la pente délimitant la partie supérieure de la première couche sont calculés . L'analyse se poursuit avec le calcul des coordonnées des points qui délimitent les tranches [xx(n),yy(n)] 'n' étant le nombre de tranches majoré d'une unité . Le procédé de calcul sera expliqué dans la description de la sous-routine 'limitran'. Les calculs faits sur les tranches débute par une initialisation de certaines variables . Les calculs du poids , du moment créé par le poids , et de la pression interstitielle sont faits pour chaque tranche .

Ainsi on détermine les variables suivantes :

P = résultante des poids des tranches .

M_P = moment de cette force résultante par rapport au centre du cercle de glissement.

P_{int} = résultante des pressions interstitielles pour une tranche

Par suite , en faisant le rapport des moments résistants sur les moments moteurs , on obtient un premier facteur de sécurité ; c'est celui calculé par la méthode ordinaire des tranches de Fellenius .

Il pourra servir de valeur initiale pour le calcul par la méthode de Bishop qui est itérative .

Des calculs itératifs sont ensuite faits pour avoir la convergence et trouver ainsi le facteur de sécurité selon la méthode de Bishop simplifiée .

sous-routine INTERCEP |

sous-routine INTERPOS L> Avec la sous-routine 'intercep' , on calcule les coordonnées des points d'interception du cercle avec la limite supérieure du terrain . Les interpolations permettent de trouver l'ordonnée du point bas de la fissure correspondant à l'abscisse 'xneg' . Ces interpolations permettent aussi de trouver l'ordonnée de la surface libre de l'eau au sein de la fissure . On fait appel à 'interpos' pour le calcul du deuxième point d'interception du cercle avec la pente .

sous-routine INTERMED A partir de l'équation générale du cercle : $(X - x)^2 + (Y - y)^2 = R^2$ et celle de la droite: $Y = aX + b$ et par substitution , on peut trouver une équation du second degré en X ; ce qui permet de trouver les abscisses des points d'intersection entre une droite et un cercle .

Les éléments a,b,c calculés dans la sous-routine intermed sont les coefficients de l'équation du second degré de la forme : $aX^2 - b.X + c = 0$

sous-routine NOSECTVE Cette sous-routine est utile quand il n'y a pas de section verticale dans le plan formé par le cercle et la pente du terrain .

- Si le cercle passe dans le massif il est obligatoirement entre deux sections . L'intersection de ces deux sections avec la pente permet d'avoir une droite qui coupe le cercle en deux points ; la sous-routine 'intermed' peut ainsi être utilisé pour calculer xneg puis xpos . Les autres éléments sont calculés par interpolation linéaire .

- Si le cercle est en dehors du massif , on arrête les calculs pour ce cercle et on passe au suivant .

sous-routine LIMITRAN Elle permet le calcul des coordonnées frontières des tranches .

La verticale passant par le centre du cercle fait d'une part , un angle "theta(1)" avec la droite passant par le centre du cercle et le point (xneg , yneg) ,et d'autre part ,un angle " alfa " avec la droite passant par le centre du cercle et le point (xpos,ypos) .

Chaque 1/30ème de la somme de ces angles définit un arc de cercle qui constitue la base de la tranche .

Les considérations suivantes ont été introduites dans la sous-routine :

- si une tranche doit contenir une section verticale ,on la limite à cette section et on continue avec le 1/30ème suivant .

- une tranche ne peut se trouver de part et d'autre de la verticale passant par le centre du cercle de glissement ;elle sera limitée par cette verticale et la délimitation continue .

- si pour le dernier 1/30ème la tranche doit aller jusqu'au delà de la verticale passant par 'xpos', on la limite à celle-ci .

sous-routine CALCTRAN cette sous-routine regroupe tous les calculs faits sur les tranches précédemment délimitées . Ces calculs concernent l'évaluation du poids des tranches , l'évaluation des pressions interstitielles , la formulation des équations et les itérations successives pour la convergence du calcul selon la méthode de Bishop . L'évaluation du poids et celle des pressions interstitielles font chacune l'objet de sous-routine qui sera décrite plus tard ; il en est de même pour les itérations . Dans la formulation des équations , les variables suivantes ont été définies :

r1 valeur de la force de cohésion .
Considérant dans un sol i , une tranche de largeur b , $r1$ prend la valeur $b * c_u(i)$; si on donne la variation de la cohésion non drainée en fonction de la profondeur , alors $r1 = b * c_{un}$ où c_{un} représente la valeur interpolée de la cohésion non drainée à la base de la tranche.

r_1 représente le terme de cohésion
 $C_i b_i$.

r_2 c'est la contrainte normale qui
donne la portion de la résistance au
cisaillement due au seul frottement
(c'est à dire sans la cohésion).
Pour une meilleur compréhension il
est nécessaire de rappeler que la
résistance au cisaillement d'un sol
est généralement attribuée à la
cohésion des matériaux qui le
composent et à leur friction
interne.

Dans l'expression de la résistance
au cisaillement r_2 représente

l'expression: $(W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i$

W_i est la force due au poids des
terres ('poids') ;

$u_i b_i$ est la pression interstitielle

r_{2or} même description que r_2 , mais r_{2or}
est utilisée pour la méthode de
Fellénius .

r_{2or} représente le terme suivant de
la formule de Fellénius :

$(W_i \cos \alpha - u_i b_i / \cos \alpha) \operatorname{tg} \bar{\varphi}'_i$

tt(i) représente l'expression suivante
pour une tranche i :

$$tg\alpha_i * tg\beta'_i$$

den représente l'expression $1 + \frac{tg\alpha_i tg\beta'_i}{F}$

qui figure dans l'expression de la
résistance au cisaillement .

rfact c'est l'expression qui , divisée par
'den' représente le moment des
forces résistantes .

$$rfact (i) = r1(r1+r2)/cos\alpha_i$$

rresis est la somme des moments des forces
résistantes par rapport au centre du
cercle supposé de glissement .

Pour la méthode ordinaire des
tranches :

$$rresis = r \sum (r1/cos\alpha + r2or)$$

Pour la méthode de Bishop simplifiée

$$rresis = r \sum (rfact(i)/den)$$

hfissu est l'épaisseur d'eau dans la fissure .

rfissu est le moment moteur dû aux pressions d'eau dans la fissure . Il est calculé en considérant une répartition hydrostatique des pressions (diagramme triangulaire)

fsc est le facteur de sécurité ; il est exprimé de la manière suivante :

$$fsc = rresis / (rover + rfissu)$$

(rover + rfissu) est la somme des moments des forces motrices s'exerçant le long du cercle de glissement .

sous-routine ITERAFSC Cette sous-routine permet un calcul itératif du facteur de sécurité selon la méthode de Bishop simplifiée . Le facteur de sécurité calculé selon la méthode ordinaire les tranches sert à la première itération .

Le facteur de sécurité ainsi trouvé est comparé au premier, si leur différence (en valeur absolue) dépasse 0.001 , alors on passe à la 2ème itération , sinon il y a convergence .

Pour chaque itération , le facteur de sécurité trouvé est comparé à la moyenne des deux facteurs de sécurité précédents .

Ces itérations sont répétées jusqu'à ce qu'il y ait convergence .

Si après vingt (20) itérations il n'y a toujours pas convergence , les calculs sont arrêtés pour ce cercle .

Sous-routine FOIDTRAN

Cette sous-routine permet l'évaluation du poids des tranches et les moments créés par ces forces motrices .

Cette évaluation est basée sur la formule :

$$W = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n$$

γ_i est le poids spécifique de la couche de sol d'ordre i .

h_i est l'épaisseur de la couche de sol d'ordre i .

n est le nombre de couche de sol qui compose la tranche .

La somme des poids de tranches donne la résultante (poids) qui permet de calculer le moment moteur créés par le poids des terres en dessus du cercle de glissement .

A ce moment moteur on ajoute le moment crée par les forces horizontales simulant l'effet des seismes pour obtenir le moment moteur total (mover) où interveint le poids des branches .

Sous-routine PRESSINT

Elle permet d'évaluer la résultante des pressions interstitielles (poref) sur la surface de glissement et pour une tranche donnée .

Poref peut ainsi être exprimé de différentes façons :

. $u_{\text{poref}} = Ru \cdot \sum \tau_i h_i = Ru \cdot \text{Poids}$.

Ru étant un coefficient de pressions interstitielles .

. Dans le cas où seule la cote de la surface libre de l'eau est donnée (ligne = 1) , l'action de l'eau est traitée par un régime de pression hydrostatique .

La résultante de cette pression sur un élément de terrain est verticale et remontante .

Elle s'écrit : $u_i = b_i \tau_w \delta h \cdot \cos^2 \beta$

β est la pente de la surface libre de l'eau .

. Dans le cas où les pressions d'écoulement (horizontales et dirigées vers l'aval) sont données sur des lignes équipressions , on fait une interpolation pour trouver la valeur de la pression au centre du bas de la tranche .

IV.3.4 - RECHERCHE ET TRIE

fonction DELTAFS : C'est simplement le calcul de la variation relative entre deux valeurs (ici deux facteurs de sécurités calculés) :

$$\delta fs(\%) = \frac{fs2 - fs1}{fs1} * 100$$

sous-routine RECHAUTO Elle permet la recherche automatique de cercle pour lequel le facteur de sécurité selon la méthode de Bishop simplifiée des minimum .
Cette recherche se fait à partir d'un point pivot avec douze (12) points distribués autour selon les différentes phases indiquées à la figure N° 5 .

Se référer au manuel de l'utilisateur pour la procédure de recherche automatique.

Une fois la recherche terminée , on vérifie si le facteur de sécurité minimum se trouve sur les limites couvertes par le adernier pivot . Si tel est le cas , les calculs se poursuivent avec , comme pivot , le centre du cercle pour lequel le facteur de sécurité est minimum .

Les fonctions $\sin(x)$ et $\cos(x)$ ont été utilisés pour générer des paires de $(0,1)$, $(1,0)$...etc

Les centres des cercles sont repérés par :

```
xcn =int (xc + sin(alfa) * depl )
ycn =int (yc + cos(alfa) * depl )
```

. xc et yc sont les coordonnées du point pivot.

. alfa et depl permettent de définir la position du nouveau centre par rapport a celui du point pivot selon le cas de rotation .

Pour chaque cas le déplacement est fixe et alfa varie de $\pi/2$.

Par changement de cas , 'depl' prend successivement les valeurs :

```
2*'pas' , 'pas' , 'pas' .
```

sous-routine CALCMOUV Elle est utilisée sans la
sous-routine de recherche automatique
pour la définition de la longueur et
de la direction de départ du
mouvement de rotation autour du
pivot.
Trois cas sont prévus dans ce
programme .

1er cas : .la longueur vaut deux fois
le pas .
.L'angle de départ est $\pi/2$

2e cas : .La longueur égale le pas
.L'angle de départ est $\pi/2$

3e cas : .La longueur égale le pas
.L'angle de départ est $\pi/4$

Sous-routine RECHPREC Elle est utilisée dans la
sous-routine de recherche automatique
pour recherche si le centre du cercle
trouvé a été déjà utilisé pour le
calcul des facteurs de sécurité .

Pour cela il suffit de comparer les coordonnées du nouveau centre (x_{cn}, y_{cn}) à ceux des centres des cercles déjà utilisés .

Sous-routine RECHERCH

Elle permet la recherche normale du centre du cercle pour le quel des facteurs de sécurité doivent être calculés .

Cette recherche se fait suivant une grille définie par l'utilisateur .

Celui-ci devra introduire le nombre de points de la grille suivant l'axe des X , le nombre de points de la grille suivant l'axe des Y et enfin le pas .

Sous-routine RECH1MIN

La sous-routine rech1min permet de

Sous-routine RECH2MIN

rechercher , pour chaque tangente , les facteurs de sécurité minimum et d'identifier le cercle correspondant. Après avoir trouvé les minimums pour chaque tangente , le sous-routine rech2min permet d'identifier le minimum de ces facteurs de sécurité minimum et le cercle correspondant.

Ces recherches sont faites aussi bien pour la méthode de Bishop que pour celle de Fellénus .

Sous-routine TRIEFSEC C'est une sous-routine de tri d'un nombre N de valeurs .
Elle est basée sur l'algorithme de SHELL .
Les éléments à trier sont séparés en deux groupes .
Et les éléments de même rang sont comparés et reclassés .
Un groupe est divisé à nouveau en deux , et les éléments sont reclassés .

sous-routine CHGTABL sous-routine de chargement du tableau des facteurs de sécurité .

IV.3.5 - IMPRESSION

sous-routine ENTETE C'est une sous-routine d'écriture d'une entête pour la sortie .

Sous-routine IMPECRAN Selon la valeur d'enter ('0') , cette sous-routine nous permet de suivre à l'écran la progression du calcul .

On pourra toujours savoir le cercle et la tangente pour lesquels les facteurs de sécurité sont entrain d'être calculés .

Sous-routine DATEHEUR Elle permet l'impression de la date et de l'heure sur un fichier de sortie .

Sous-routine IMPMINTG Elle permet l'impression des minimums (bishop simplifiée et felenius) pour chaque tangente .

Sous-routine IMPTOMIN Elle permet l'impression finale des minimums (Bishop simplifiée et felénus) et des coordonnées des cercles correspondants avec leurs rayons .

Sous-routine AFFITITR sous-routine d'affichage des lignes
titres .

Sous-routine PAGINE sous-routine pour la pagination des
sorties .
L'indicateur "indic" mis à 1 permet
de réécrire ,s'il ya lieu ,certaines
lignes titres sur la nouvelle page .

Sous-routine AFFITRIE sous-routine d'impression des
facteurs de sécurité classés en ordre
croissant .

Sous-routine TITRESU sous-routine d'impression d'une
synthèse des informations sur les cas
traités et sur le traitement .

V - PLAN DE VERIFICATION

Le logiciel est conçu de manière à faciliter son utilisation . C'est ainsi que l'utilisateur dispose de beaucoup d'outils pour la vérification :

V.1- AU MOMENT DE L ACQUISITION DES DONNEES

Une première mesure consiste à mettre fin aux calculs , tout en avertissant par un message ,si l'utilisateur propose une donnée qui n'est pas dans les limites de la dimension de la variable .

Si pour entrer le nom du fichier de donnée , l'utilisateur appuie sur <enter> par inattention , le message lui demandant d'entrer ce nom réapparaît .

Enfin , comme il est pratiquement impossible de valider efficacement toutes les données une mesure supplémentaire consiste à imprimer sur fichier de sortie et à l'écran , toutes les données telles que lues et acceptées par le programme .

V.2 - AU MOMENT DES CALCULS

Si au moment des calculs , un cercle supposé de rupture se trouve être à l'extérieur du massif , l'utilisateur en est averti par un message sur le fichier des sorties avec toutes les informations sur ce cercle (n°de tangente , rayon , coordonnées du centre) ; l'exécution du programme ne s'arrête pas pour autant ; le cercle suivant sera traité .

Le programme ne résoud pas le cas où l'ordonnée du centre du cercle est plus petit que l'ordonnée du deuxième point d'interception (x_{pos}) du cercle avec la pente . Il en est de même pour le cas où l'ordonnée du centre est plus petit que l'ordonnée du bas de la fissure à l'abscisse x_{neg} (abscisse du premier point d'interception du cercle avec la pente) . Pour ce cas aussi l'exécution continue avec le cercle suivant .

Un autre cas particulier est celui où après vingt (20) itérations , le calcul par la méthode de Bishop ne converge pas . Si tel est le cas , l'utilisateur en est averti par un message que le fichier de sortie (et/ou à l'écran) avec toutes les informations sur le cercle concerné et la valeur du facteur de sécurité calculé selon la méthode ordinaire des tranches .

V.3 - AU MOMENT DU "DEBUGGAGE"

Pour le "debuggage" , plusieurs variables logiques sont prévus . L'utilisateur pourra ainsi décider l'impression des valeurs intermédiaires pour suivre à la trace le cheminement de l'exécution .

Une fois le "debuggage" terminé , il suffit de mettre ces variables logique à "false" (faux) avant de procéder à une dernière compilation .

V.4 - AU MOMENT DE L'OBTENTION DES RESULTATS

Cette vérification se fera par comparaison et recoupement avec des résultats provenant des cas traités dans le document du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) traitant du programme "stabil" (rapport BRGM SGN 339 AME -1976).

Il s'agit :

- d'un exemple de calcul proposé par les auteurs de STABR
- du glissement de terrain de Logaden (Suède)
- de la stabilité de talus aval de barrage (SHERARD)
- d'un exemple tiré de l'ouvrage de pilot et MOREAU

L'analyse et les résultats figurent au chapitre VII .

VI - GUIDE DE L'USAGER

VI.1 - DESCRIPTION SOMMAIRE DU LOGICIEL

Le logiciel permet le calcul du coefficient de sécurité par la méthode de Bishop simplifiée et par celle de Fellenius .

Ce sont des méthodes de calcul par tranches , appliquées à des surfaces circulaires de glissement .

Les effets sismiques sont pris en compte par l'introduction de forces horizontales .

On peut traiter jusqu'à onze couches de natures différentes , prendre en compte des géométries complexes (jusqu'à seize sections verticales) ainsi que la présence de fissures de tension , et l'action des pressions interstitielles d'eau .
Le traitement est interactif .

VI.2 - PREPARATION DES DONNEES

VI.2.1 - AXES DE COORDONNEES .

L'axe des X doit être orienté de telle sorte que la descente le long de la pente étudiée se fasse suivant des X croissants . L'axe des Y doit être orienté selon le système d'axe universel (positivement vers le haut) .

(voir figure N°3)

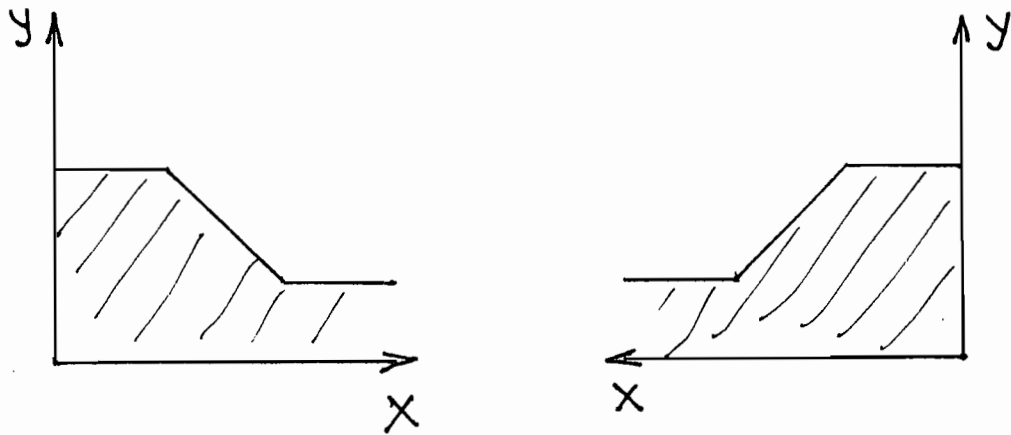


figure 3: choix des axes de coordonnées ("STABEPT")

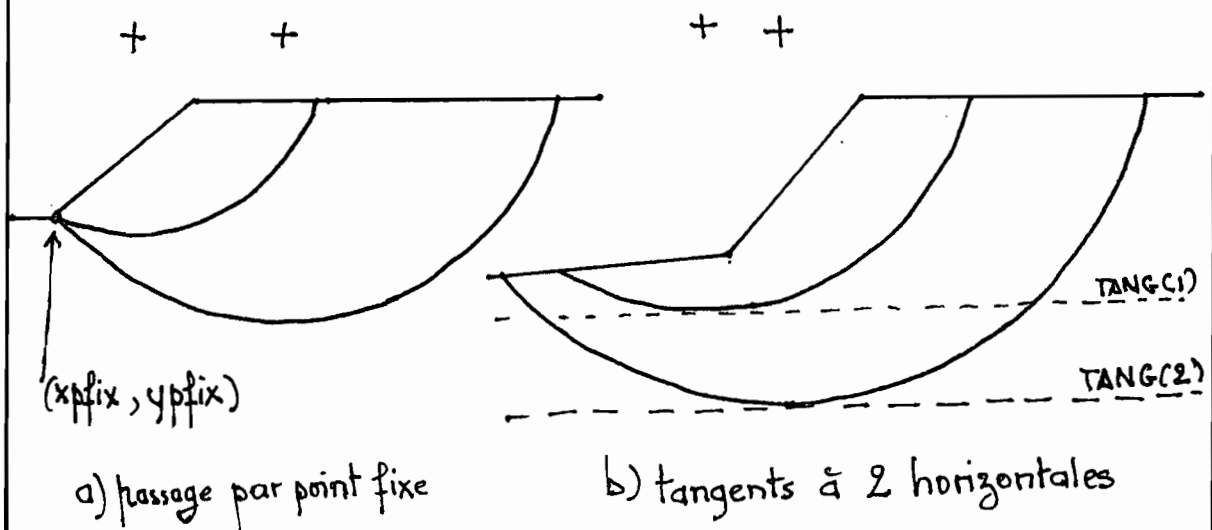


figure 4: schéma de définition des cercles de glissement

VI.2.2 - DEFINITION DES CERCLES DE GLISSEMENT

Les cercles de glissement peuvent être soit définis un à un par l'utilisateur , soit déterminés par un processus de recherche automatique du cercle critique .

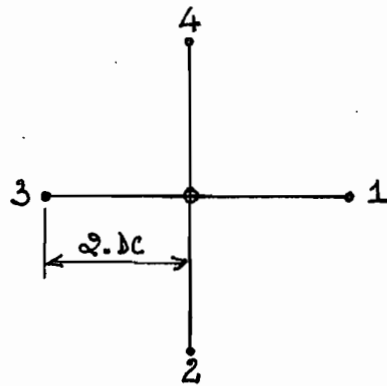
a) Définition par l'utilisateur (figure N°4)

Les cercles doivent former un faisceau passant par un point fixe (normalement le pied du talus) ou bien une série de cercles tangents à des horizontales .

Dans le premier cas , l'utilisateur fixe les coordonnées du point fixe (x_{pfix} , y_{pfix}) , et dans le second cas, les ordonnées TANG des NHORIZ différentes horizontales que les cercles, doivent tangenter et dans tous les cas les coordonnées des centres successifs .

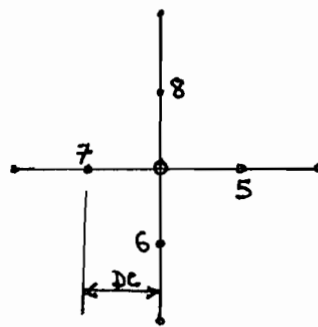
b) Recherche automatique du cercle critique

Ici aussi les cercles sont astreints soit à passer tous par un point commun soit à être tous tangents à une horizontale : le cercle "critique" recherché sera le cercle du faisceau ainsi défini , qui présentera le coefficient de sécurité le plus faible . (voir figure N°5)



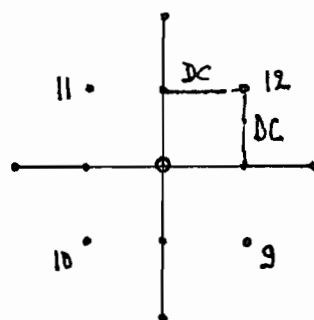
a)

phase initiale
de
recherche du
cercle critique



b/

Phase
intermédiaire



c/

Phase finale

figure 5: Recherche automatique du cercle critique

L'utilisateur devra fournir les coordonnées du cercle initial (central) à analyser , ainsi qu'un pas d'espace DC servant à définir la distance entre cercles .

Le début de la recherche se fait en parcourant les cercles dont les centres sont à la distance $2 \times DC$ du cercle initial , et dans l'ordre Est , Sud , Ouest , Nord :
(voir figure N°5.a)

Si les coefficients de sécurité ne sont pas inférieurs à (95 % à 100%) du coefficient de sécurité au point central O , la recherche continue autour de ce point et dans le même ordre mais avec une distance moitié (DC) , et suivant le même ordre . (voir figure N°5.b).

Si aucun des coefficients de sécurité n'est inférieur à (95 % à 100%) du coefficient central , la recherche se poursuit avec un rayon $\sqrt{2}.DC$. (voir figure N°5.c)

Si on n'a toujours pas trouvé de coefficient de sécurité inférieur , c'est le centre initial qui définit le cercle critique .

Si à un instant quelconque de la recherche , on a rencontré un coefficient inférieur à (95 % à 100%) du coefficient central , le point correspondant va devenir le centre d'une nouvelle série de rotations 1 , 2 , 3... , elle même interrompue dès que l'on trouve un coefficient de sécurité inférieur (à 95 % à 100%) de celui de ce nouveau point central .

Dans le cas où , le calcul se poursuivant, on trouve des facteurs de plus en plus faibles , le programme arrête les opérations après avoir analysé le nombre de cercles maximum admis .Le coefficient minimal de sécurité n'a pas été trouvé.

Il est conseillé de faire plusieurs calculs successifs , en commençant avec un pas de recherche relativement grand , et en affinant dans les calculs suivants , en fonction des résultats trouvés .

VI.2.3 - GEOMETRIE DU SOL

Le programme permet le traitement de pentes irrégulières et de couches de sol avec des propriétés différentes et des épaisseurs variables .

Cette géométrie est définie dans des sections verticales (dont le nombre peut atteindre 16) .

Dans chaque section verticale on indique les ordonnées des interfaces entre chaque couche , la limite supérieure de la première couche étant la cote du sol .

VI.2.4 - CARACTERISTIQUES DU SOL .

Elles sont définies :

a) - soit par la cohésion du sol et son angle de frottement , qui sont alors supposés présenter des valeurs uniformes au sein de chaque couche . Les valeurs C et $\bar{\phi}$ peuvent être données soit en valeur totale soit en valeur effective (à partir d'essais drainés ou non drainés) , permettant ainsi des analyses à long terme ou à court terme .

b) - soit par la loi de variation de la résistance au cisaillement non drainés (su) avec la profondeur , le nombre de point définissant cette loi est limité à 12 . Cette courbe peut être discontinue (alternance de sables et d'argiles) . En général ces lois peuvent être obtenues à partir d'essais **in situ** (pénétration , scissomètre) les analyses correspondantes se faisant en général à court terme .

VI.2.5 - FISSURES DE TENSION

Elles sont définies par l'ordonnée du fond de fissure dans chaque section verticale . Elles interviennent de la façon suivante : si un cercle recoupe une fissure de tension, la surface de glissement ne suit plus le cercle mais remonte verticalement le long de la fissure (entre deux sections , le fond de fissure est calculé par interpolation linéaire entre les fonds de fissures Y_n et Y_{n+1} des sections voisines) .

VI.2.6 - PRESSION INTERSTITIELLE

L'action des pressions d'eau interstitielle sur la stabilité de pente peut être prise en compte de trois façons différentes :

a - Soit par l'introduction d'un paramètre R_u

qui permet de donner une loi de variation de la pression interstitielle en fonction du poids des terres calculé suivant une verticale . Le coefficient R_u introduit dans le calcul est alors le même pour toutes les couches considérées. . L'introduction des pressions interstitielles par l'intermédiaire d'un tel coefficient est applicable aux digues et barrages pendant leur construction .

b - Par un régime de pression hydrostatique : dans ce cas il suffit de fixer la surface libre de la nappe.

c - Par les pressions d'écoulement , que l'on peut introduire à l'aide de lignes isopièzes (limitées à 12) . Ces lignes isopièzes peuvent être définies à partir de réseaux d'écoulements classiques .

VI.2.7 - COEFFICIENTS SISMIQUES

Il est possible d'introduire dans le programme des coefficients de force horizontaux simulant l'effet des séismes dans une analyse pseudostatique .

Les forces horizontales peuvent être appliquées soit à la base des tranches soit à leur centre de gravité .

Deux coefficients sismiques S_1 et S_2 sont définis dans les données , mais en fait S_2 est simplement un indicateur qui permet de choisir le point d'application d'une force horizontale .

VI.3 - DESCRIPTION DES ENTREES

Le logiciel contient un ensemble de sous-routines de lecture de données ; chaque sous-routine contient un ensemble de données de même nature regroupées en une carte ou une série de cartes .

Dans leur présentation les données doivent être regroupées par cartes ; Chaque carte nécessite une nouvelle ligne , et les éléments de la carte sont simplement séparés par au moins un espace ; C'est l'écriture en format libre .

Cette façon de présenter les données permet d'éviter tout problème de cadrage et de mise en place .

VI.3.1 - PRESENTATION

- Chaque variable est séparée de la précédente par un ou plusieurs espaces blancs ;
- Le nombre zéro doit être spécifié ;
- Les données sont présentées par groupes et il est nécessaire d'utiliser une nouvelle carte chaque fois qu'apparaît un nouveau groupe ;
- une donnée ne peut être à cheval sur deux cartes successives .

VI.3.2 - LISTE DES DONNEES

A - Identification du problème

nprob Variable caractère de dimension 80 pour les informations permettant d'identifier le calcul

info Variable caractère de dimension 80 pour les informations sur le nom de l'utilisateur , la date et l'heure de traitement

B - Données générales (1ème groupe)

syst Variable caractère de dimension 2 qui définit le système avec lequel les calculs seront menés

defcerc Variable entière de dimension 1 qui définit le mode de recherche du cercle critique

- defcerc = 0 : recherche automatique

- defcerc = 1 : recherche normale

nhoriz Variable entière égale au nombre de tangentes horizontales ; si nhoriz = 0 les cercles passent par un point fixe .

nhoriz \leq 4

nsect Variable entière égale au nombre de sections verticales servant à définir la géométrie du problème et celle des lignes de pressions interstitielles .

nsect ≤ 16

nstrat Variable entière égale au nombre de plans horizontaux limitant les différentes couches de sol . (nstrat = nombre de couche - 1)

nstrat ≤ 12

ligne En principe , nombre de courbes d'égale pression interstitielle .

Si ligne = -1 on utilise le coefficient Ru

Si ligne = 0 le sol est considéré sec

Si ligne = 1 la ligne définie géométriquement par la suite correspond à la surface libre de l'eau dans le sol (répartition hydrostatique des pressions)

Si ligne ≥ 1 sa valeur numérique correspond au nombre de lignes isopièzes

ligne ≤ 12

variable entière

nptcu nombre de points utilisés pour définir la
 variation de la cohésion non drainée avec la
 profondeur ;
 entrer nptcu = 0 si cette option n'est pas
 utilisée ;
 variable entière .

s1,s2 variables réelles qui représentent des
 coefficients sismiques ;
 s1 est la valeur du coefficient sismique
 s2 est un indicateur du point d'application

 si s2 = s1 l'effort correspondant est appliquée
 au centre de gravité de la tranche

 si s2=0 l'effort correspondant est appliquée
 et s1#0 à la base de la tranche

C - Définition du centre du cercle (2ème groupe)

Option : defcerc = 0

xc abscisse du centre du premier cercle à étudier

yc ordonnée du centre du premier cercle à étudier

pasx espacement entre centre de cercles successifs à
 utiliser au cours de la recherche

écart valeur limite (%) de l'écart relative entre les
 les facteurs de sécurité du point pivot et
 d'un autre cercle pour que la recherche puisse
 continuer autour de ce même point pivot
 Variable réelle

Option : defcerc#0

xc abscisse du centre du premier cercle à étudier

yc ordonnée du centre du premier cercle à étudier

nbx nombre de centres suivant l'axe des X de la
 grille

nby nombre de centres suivant l'axe des Y de la grille

pasx espacement horizontal entre deux centres de cercles successifs

pasy espacement vertical entre deux centres de cercles successifs

D - Seconde condition sur le cercle (3ème groupe)

Option : nhoriz = 0

xpfix abscisse du point par où passent les cercles

ypfix ordonnée du point par où passent les cercles

Option : nhoriz > 0

tang (1) ordonnée de la première horizontale
 à laquelle les cercles sont tangents

 "

 "

tang(nhoriz) ordonnée de la dernière horizontale
 à laquelle les cercles sont tangents

E - Sections verticales (4ème groupe)

(nsect série de cartes)

- x abscisse de la section verticale
- yfi ordonnée du bas de la fissure de tension (en
l'absence de fissure de tension , yfi
correspond à la cote du sol
- ysurf ordonnée de la surface libre de l'eau au sein
de la fissure ;
en l'absence d'eau dans la fissure indiquer :
ysurf = yfi
en l'absence de fissure indiquer :
ysurf = yfi = cote du sol
- y(1) Ordonnée de la limite supérieure de la
première couche (c'est la cote du sol)
- y(2) ordonnée de la limite supérieure de la deuxième
couche = ordonnée de la limite inférieure de la
première couche
.
.
.
- y(nstrat) ordonnée de la limite inférieure de la couche
la plus profonde

REM 1 : - lorsque dans une section , la n^{ème} couche est absente , on lui donne une épaisseur nulle avec $y(n) = y(n+1)$

REM 2 : - les nsect séries de cartes correspondant aux différentes sections doivent impérativement être classées suivant l'ordre des abscisses croissantes

F - Propriétés du sol(5ème groupe)

nstrat-1 séries de cartes

j numéro de la couche (correspondant au numéro d'ordre de la limite supérieure dans le tableau y(1,nstrat))

cu(j) cohésion du sol de la couche d'ordre j
Si cu(j) = -1 ,on utilise pour cette couche la variation de la cohésion non drainée avec la profondeur

frict(j) angle de frottement interne en degrés
Si cu(j) =-1 : prendre frict (j) = 0

wtotal(j) poids spécifique total du sol (saturé , humide)

Descr (j) Variable Caractère de dimension 12 définissant la nature du sol .

G - Pressions interstitielles (6ème groupe)

Option ligne = 0 : pas de carte à préparer

Option ligne = -1 :

Ru facteur de pression interstitielle
 (Ru = pression interstitielle / poids
 des terrains placés au-dessus)

Option ligne > 0 : (nsect séries de cartes)

a) préparer nsect séries de cartes contenant chacune :

x abscisse de la section verticale

pw(1) ordonnée d'intersection de la première ligne
 équipression avec cette section

pw(ligne) ordonnée d'intersection de la dernière ligne
 équipression avec cette section

b) Dans le cas où ligne > 1 ,définir les valeurs de la pression sur chacune de ces lignes comme suit :

vapw(1) valeur de la pression sur la première ligne

vapw(ligne) valeur de la pression sur la dernière ligne

H - Variation de la cohésion non drainé avec la profondeur

Option nptcu = 0 : aucune carte à préparer

Option nptcu > 0 :

elv(1) première ordonnée à laquelle est spécifiée la cohésion non drainée.

vac(1) Valeur correspondante de la cohésion non drainée

.

.

.

elv(nptcu) dernière profondeur à laquelle est spécifiée la cohésion non drainée

vac(nptcu) valeur correspondante de la cohésion non drainée

I - Les variables suivantes sont entrées interactivement à l'écran

nominp Variable caractère qui définit le nom du
 fichier des données .

nomout variable caractère qui définit le nom du
 fichier des sorties .

rep Variable caractère qui, si égale à '0' ou 'o',
 permet la poursuite des calculs en recherche
 automatique ; sinon la boucle des cercles est
 terminée pour la tangente correspondante .

VI.4 - DESCRIPTION DES SORTIES

La liste des informations et des résultats apparaissant sur le fichier des sorties sera donnée en annexe avec les différents cas de validation . Le "listage" de ces sorties est plus explicite qu'une simple description .

VI.5 - EXECUTION DU PROGRAMME

Pour actionner le programme , suivre la
procédure suivante :

- Insérer la disquette DOS (FORTRAN1) dans l'unité de
lecture "A" et la disquette contenant le logiciel dans
l'unité de lecture "B" puis mettez l'ordinateur sous tension.

- Des messages vous demandent d'entrer la date puis
l'heure de ce moment . Après la réponse à ces messages , il
apparaît à l'Ecran : "A>" ; entrer "B:" pour avoir "B>" à
l'écran .

- Taper : "STABEPT" puis appuyer sur <Enter> , message
suivant apparaît à l'écran :

ENTRER LE NOM DU FICHIER DES DONNEES ?

- Entrer le nom de votre fichier des données ; le message
suivant apparaît à l'écran ?

ENTRER LE NOM DU FICHIER DES SORTIES ?

-Entrer le nom que vous voulez donner à votre fichier des
sorties.

Par suite , le message suivant apparait à l'écran :

DESIREZ-VOUS LES SORTIES IMPRIMES SUR 132 COLONNES

Répondez par O ou N (Non par défaut) ?

L'exécution commence suite à la réponse à cette question .

Remarque : Le terme "entrer" contient les opérations taper puis appuyer sur <ENTER> .

En cours l'exécution , un message peut apparaître à l'écran demandant à l'utilisateur s'il veut continuer les calculs en recherche automatique . L'utilisateur pourra entrer "O" pour (oui) ou "N" pour (Non) [Non par défaut].

Les exemples traités dans le chapitre sur la validation pourront servir d'illustration .

VII - RESULTATS DE VALIDATION

VII.1 - DESCRIPTION ET VALIDATION DE L'EXEMPLE 1 :

Cet exemple porte sur l'évaluation de la stabilité d'un remblai sablo-argileux mise en place sur une couche d'argile molle .

Des fissures de tension y sont considérées sans eau .

Les caractéristiques de la résistance du remblai sont définies par C et ϕ .

Les caractéristiques de la résistance de la couche d'argile sont définies par une variation de cohésion drainée en fonction de la profondeur .

Le calcul se fait en unités impériales .

Tous les cercles sont tangents à une horizontale située à la profondeur 46 pi .

Le schéma d'illustration figure en annexe E1 .

Le "listage" des entrées et celui des sorties figurent respectivement en annexe E1inp et E1out .

Le facteur de sécurité le plus faible défini par la méthode de Bishop simplifiée vaut 1.284 et , celui défini par la méthode de Fellénus est de 1.310 .

Par comparaison et recoupement avec la source , il apparait que le validation est probante .

Le calcul fait avec la recherche automatique nous donne les résultats 1.283 et 1.308 qui est du même ordre de grandeur que ceux trouvés en recherche normale .

VII.2 - DESCRIPTION ET VALIDATION DE L'EXEMPLE 2 :

Cet exemple met en évidence l'effet des écoulements sur la stabilité des pentes .
Le terrain et les lignes d'équipotentiellles sont représentés à l'annexe E2 .

Le "listage" des entrées et celui des sorties figurent respectivement en annexe E2inp et E2out .

L'exemple 2 a l'autre particularité de ne pas avoir de section verticale au delà de la dixième limite (xpos) pour certains cercles .

De ce fait les résultats ont différé pour quatres cercles de glissement ; le facteur de sécurité mimum défini par la méthode de Fellénius s'en trouve affecté avec "STABEPT" on trouve 0.879 tandis qu'avec "STABIL" , on trouve 0.872 .
Le facteur de sécurité minimum défini par la méthode de Bishop est le même pour les deux logiciels : 1.085 .

Pour les cercles qui coupent la pente au dela de la dernière section , on peut considérer que la façon dont "STABEPT" tient compte de ce fait en est la juste : A chaque fois qu'un tel cas se présente, une autre section est générée et les caractéristiques géométriques sont les mêmes que celles de la dernière section.

Ainsi , où que puisse être déplacé la dernière section , on a les mêmes résultats ; ce qui n'est pas le cas pour le logiciel "STABIL" .?

Le traitement en recherche automatique , donne les résultats suivants : 1.078 (selon la méthode de Bishop) et 0.849 (selon la méthode de Féliénus) .

Les résultats sont très proches de ceux obtenus par la grille; mais la recherche automatique demeure plus précise .

VII.3 - DESCRIPTION ET VALIDATION DE L'EXEMPLE 3 :

Dans cet exemple , on analyse la stabilité du talus aval d'un barrage en terre constitué d'un noyau en argile et d'enrochements où est pris en compte un réseau d'écoulement correspondant aux lignes isopièzes .

Le noyau est considéré comme une zone non saturée .

Le schéma d'illustration du barrage figure en annexe E3 .

Le "listage" des entrées et celui des sorties figurent respectivement en annexe E3inp et E3out .

Le facteur de sécurité le plus faible défini par la méthode de Bishop est 2.250 avec la recherche normale et 1.890 avec la recherche automatique , celui défini par la méthode de Féliénus est 1.925 avec la recherche normale et 1.731 avec la recherche automatique .

Seuls les résultats de la recherche automatique diffèrent de "STABIL" à "STABEPT" .

VII.4 - DESCRIPTION ET VALIDATION DE L'EXEMPLE 4 :

Cet exemple traite le cas d'un remblai avec banquettes latérales .

La schématisation des terrains correspondant à cet exemple est reportée à l'annexe E4 ; Il s'agit d'un remblai pulvérulent sur une couche de sol mou ayant 15m d'épaisseur .

Tous les cercles étudiés sont tangents à l'horizontale ($\gamma = 60$) .

La valeur minimale du facteur de sécurité calculé selon la méthode de Bishop est 0.838 ; la valeur correspondante obtenue selon la méthode de Fellenius est 0.784 .

La recherche automatique donne les mêmes résultats pour chacune des deux méthodes ; ce sont les mêmes valeurs que celles trouvées par "STABIL" .
Le "listage" des entrées et des sorties figure respectivement en annexe E4inp et E4out .

** **

**

Les exemples traités représentent différents domaines d'application du programme "STABEPT" .

De manière générale les résultats obtenus par "STABEPT" sont en accord avec ceux obtenus par "STABIL" .

Les petites différences remarquées dans la recherche automatique viennent du fait que "STABEPT" a un champ de recherche plus large , ce qui fait qu'avec "STABEPT" on peut avoir des facteurs de sécurité plus petits .

En effet on n'applique pas la restriction suivante de "STABIL" : "Quand on a utilisé une fois le rayon DC , on ne peut faire de recherche qu'avec les rayons DC ou $\sqrt{2}$.DC .

On peut ainsi dire que la validation a été probante . Les améliorations apportées sur certaines considérations font qu'il y a eu un petit désaccord entre les résultats obtenus par "STABIL" et ceux obtenus par "STABEPT" pour l'analyse de l'exemple 3 traité en recherche automatique .

VIII - ANALYSE D'UN CAS

Le cas porte sur l'évaluation de la stabilité des pentes de la petite corniche de Dakar , au niveau de l'hôpital principal.

VIII.1 - DONNEES ET DESCRIPTION

Les données sont obtenues à partir de l'analyse et de l'interprétation des renseignements figurant dans un document fourni par le CEREEQ de Dakar .

Dans ce document on peut trouver quelques résultats de forages réalisés derrière l'hôpital principal de Dakar.

Dans ce massif on peut délimiter les étendus de 4 couches de sols qui reposent sur de la marne calcaire .

Les caractéristiques de la résistance de ces sols sont définies par C et ϕ .

Les sondages ont permis de savoir que la nappe se situe à 8.5 mètres environ au dessus du niveau moyen de la mer .

A partir de ces renseignements on a pu tracer un profil qui a une géométrie très complexe .

Le système métrique (kilo,newton,mètre) est utilisé pour les calculs .

On considère tous les cercles tangents à l'horizontale $y = 52.4$.

Le schéma d'illustration figure à l'annexe E5

VIII.2 - "LISTAGE" DES ENTREES ET DES SORTIES

Le "listage" des entrées et celui des sorties figurent respectivement en annexe E5inp et E5out .

VIII.3 - RESULTATS

Après exécution avec "STABEPT" , le facteur de sécurité défini par la méthode de Bishop simplifiée est 1.771 et celui défini par la méthode de Fellénus est 1.611 .

De par ces résultats on peut dire que la petite corniche de Dakar a une bonne stabilité au glissement ; on ne devrait donc pas y craindre un quelconque éboulement .

Il serait quand même préférable que davantage de sondages soit faits le long de cette corniche ; en fait ce résultat très satisfaisant ne concerne qu'une petite zone qui pourrait ne pas être représentative pour cette côte .

IX - COMPLEMENTS D'ANALYSE

Dans le cadre de la création du logiciel "STABEPT" nos recommandations iront dans le sens de l'amélioration de ses possibilités. Ainsi nous suggérons :

- L'amélioration de la méthode de calcul des aires (calcul souvent utilisé pour trouver une résultante de forces distribuées uniformément ou non sur une surface.

- La prise en compte des charges sur le massif dont la stabilité au glissement est analysé ; ce qui permettra de savoir quelle charge maximale, il pourra supporter sans glisser.

- La création d'un programme de simulation des écoulements souterrains qui permettrait, dans le cadre de la prise en compte de l'action des pressions d'eau, de calculer les réseaux d'écoulements et les lignes isopièzes.

Ce programme pourrait être inséré dans "STABEPT" pour la prise en compte de l'action des pressions d'eau.

- La création d'un programme qui, couplé à "STABEPT" permettrait d'avoir des sorties graphiques pour chaque cas traité.

X — CONCLUSIONS

Les conclusions partielles faites lors de la validation prouvent que les objectifs de ce projet ont été pleinement atteints :

L'utilisateur a toutes les facilités pour comprendre la procédure d'analyse ;

L'entrée des données est facilitée avec le format libre ;

La structure du programme est telle qu'on peut facilement ajouter une ou plusieurs sous-routines ;

Toutes les variables sont clairement définies et la recherche automatique incluse avec succès .

En tenant compte du Fortran disponible dans l'IBM-PC, on peut dire que le programme est de bonne qualité.

La structuration aurait pu être de qualité meilleure si l'ordinateur acceptait certaines instructions telles que :

WHILE DO	-	END WHILE
DO CASE	-	CASE END CASE
REMOTE BLOCK	-	END BLOCK
WHILE EXECUTE	-	END WHILE
AT END DO	-	END AT END.

Tout de même la présente structuration est suffisante pour comprendre facilement la méthodologie de calcul.

Vue que sa validation est probante, ce logiciel pourrait être exploité lucrativement.

XI BIBLIOGRAPHIE

- _ J. LETOURNEUR et R. MICHEL, "Géologie du Génie-Civil",
Armand Colin, 1971

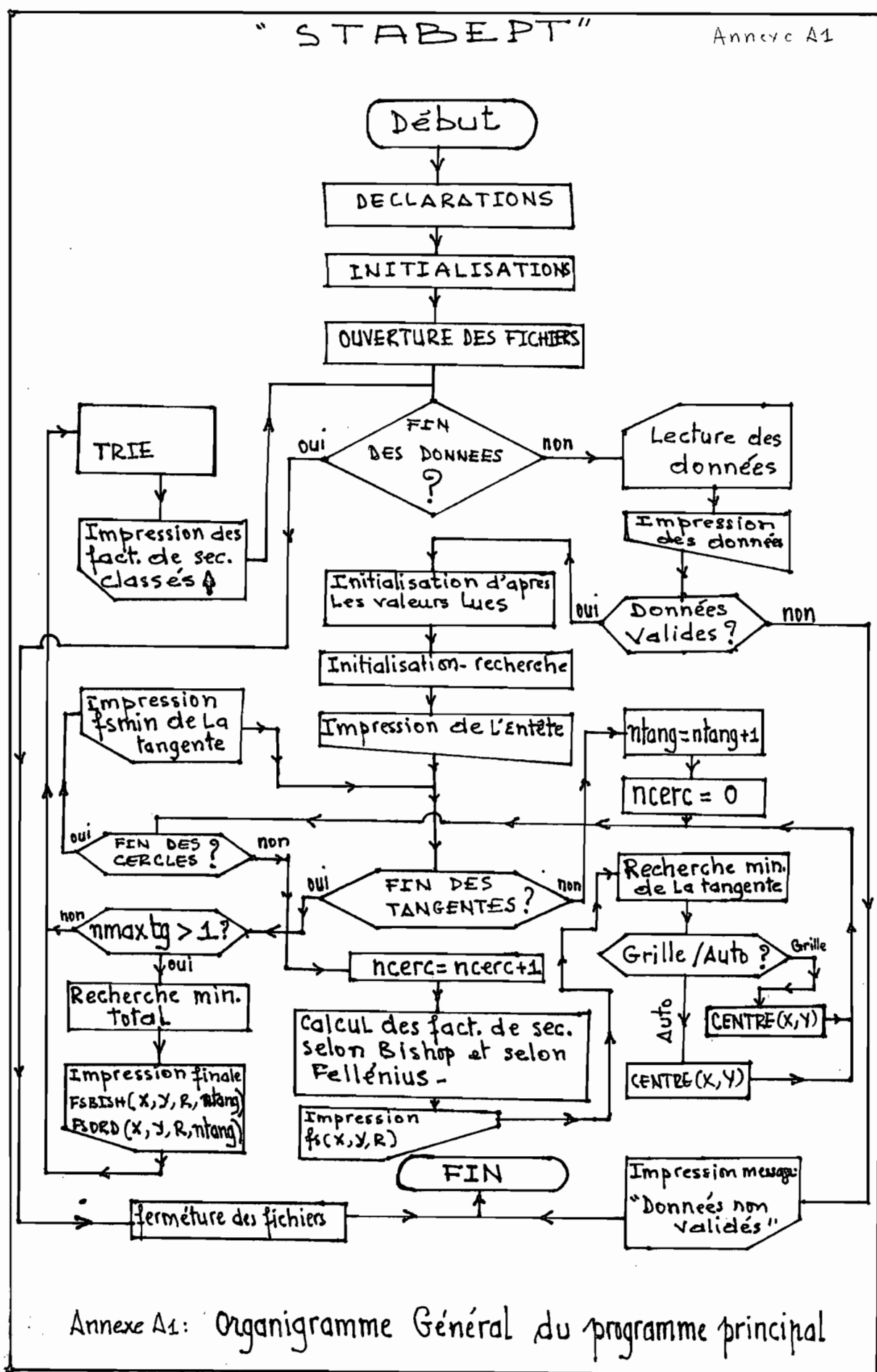
- _ J. COSTET et G. SANGLERAT, "Cours pratique de Mécanique
des sols ", tome 2
Dunod 3e édition, 1981

- B. BONCOPAIN, R. PASQUET et J. P. SAUTY, "Description et
notice d'emploi du
programme STABIL"
BRGM, 76 SGN 339 AME, Août 1976.

- Michel SOULIE "Stabilité des pentes"
Document pédagogique

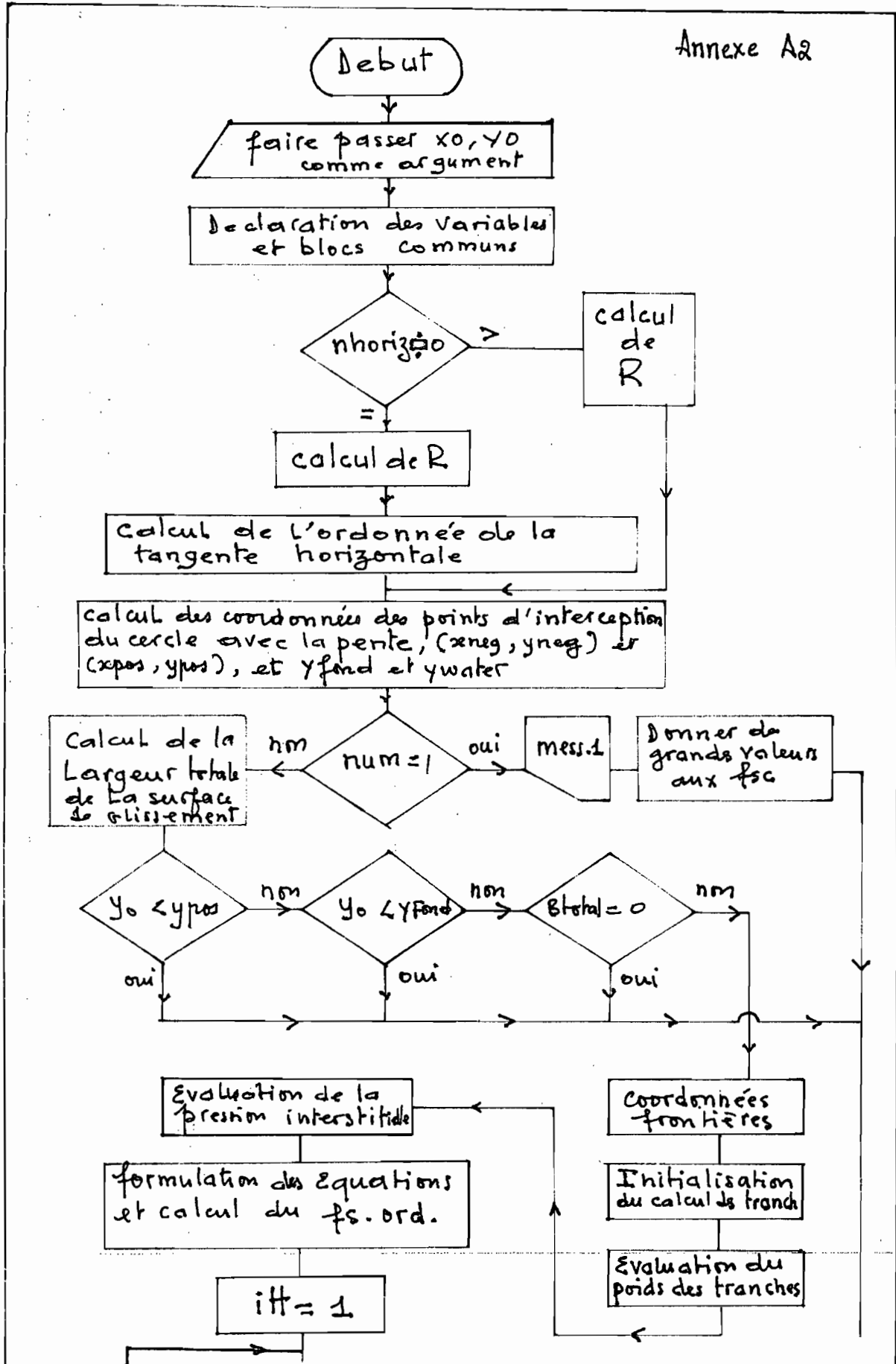
- DEPARTEMENT OF THE NAVY, "SOIL MECHANICS"
NAVFAC OM- 7.1 , Mai 1982.

- P. LIGNELET "FORTRAN 77 -Langage fortran V "
Masson 1984

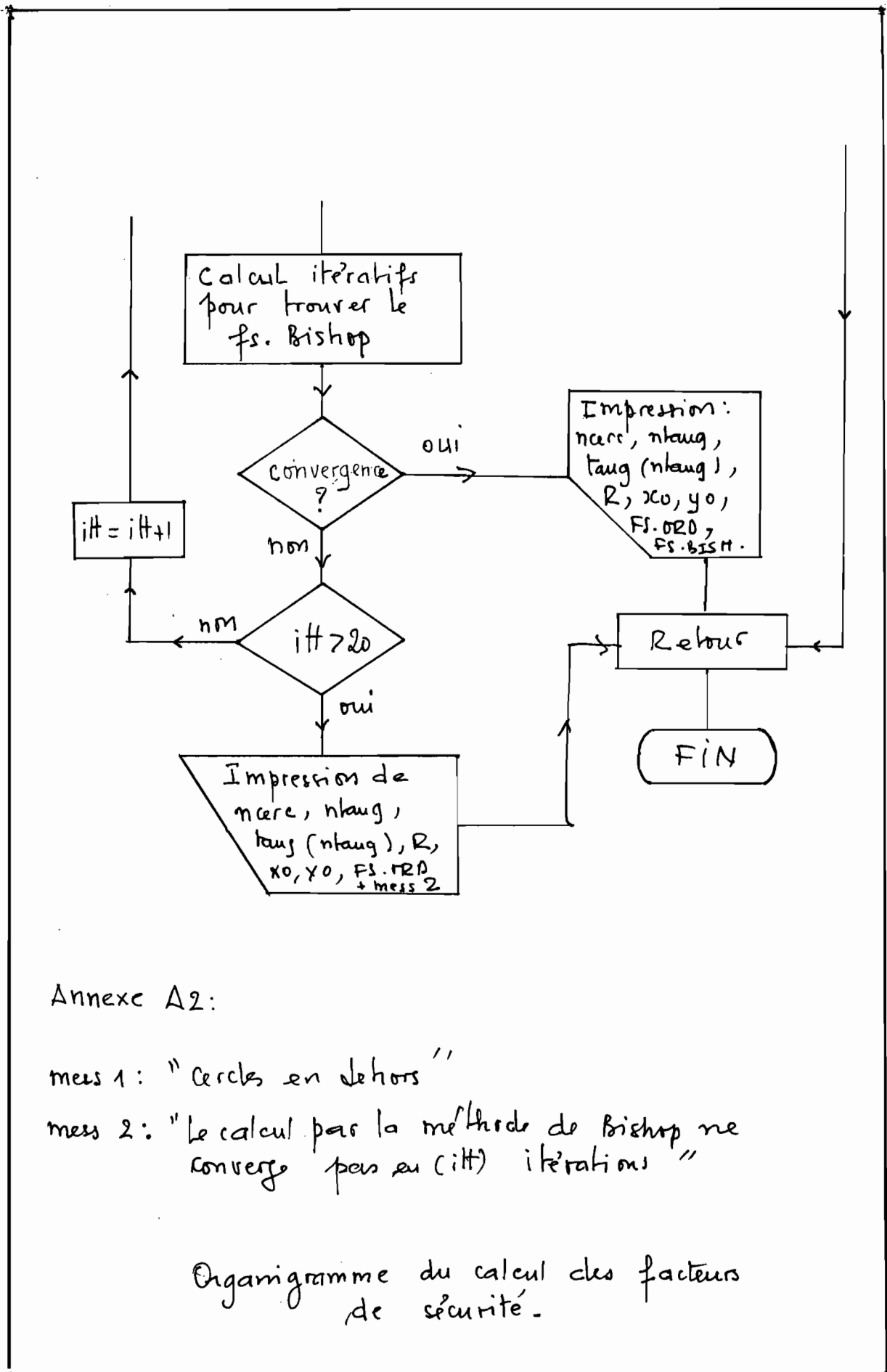


Annexe A1: Organigramme Général du programme principal

Annexe A2



Annexe A2 (suite)



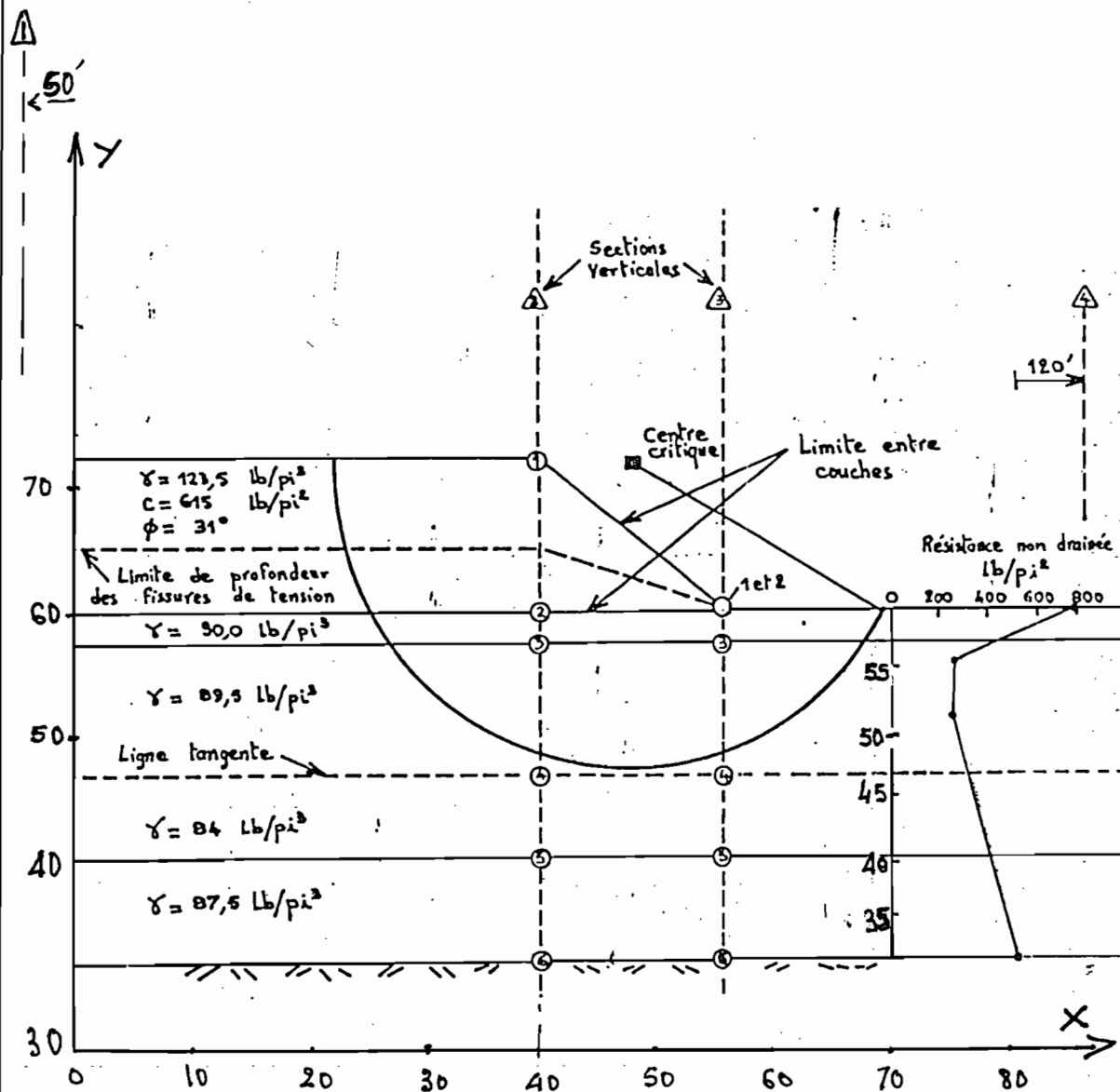
Annexe A2:

mess 1: "Cercles en dehors"

mess 2: "Le calcul par la méthode de Bishop ne converge pas en (itt) itérations"

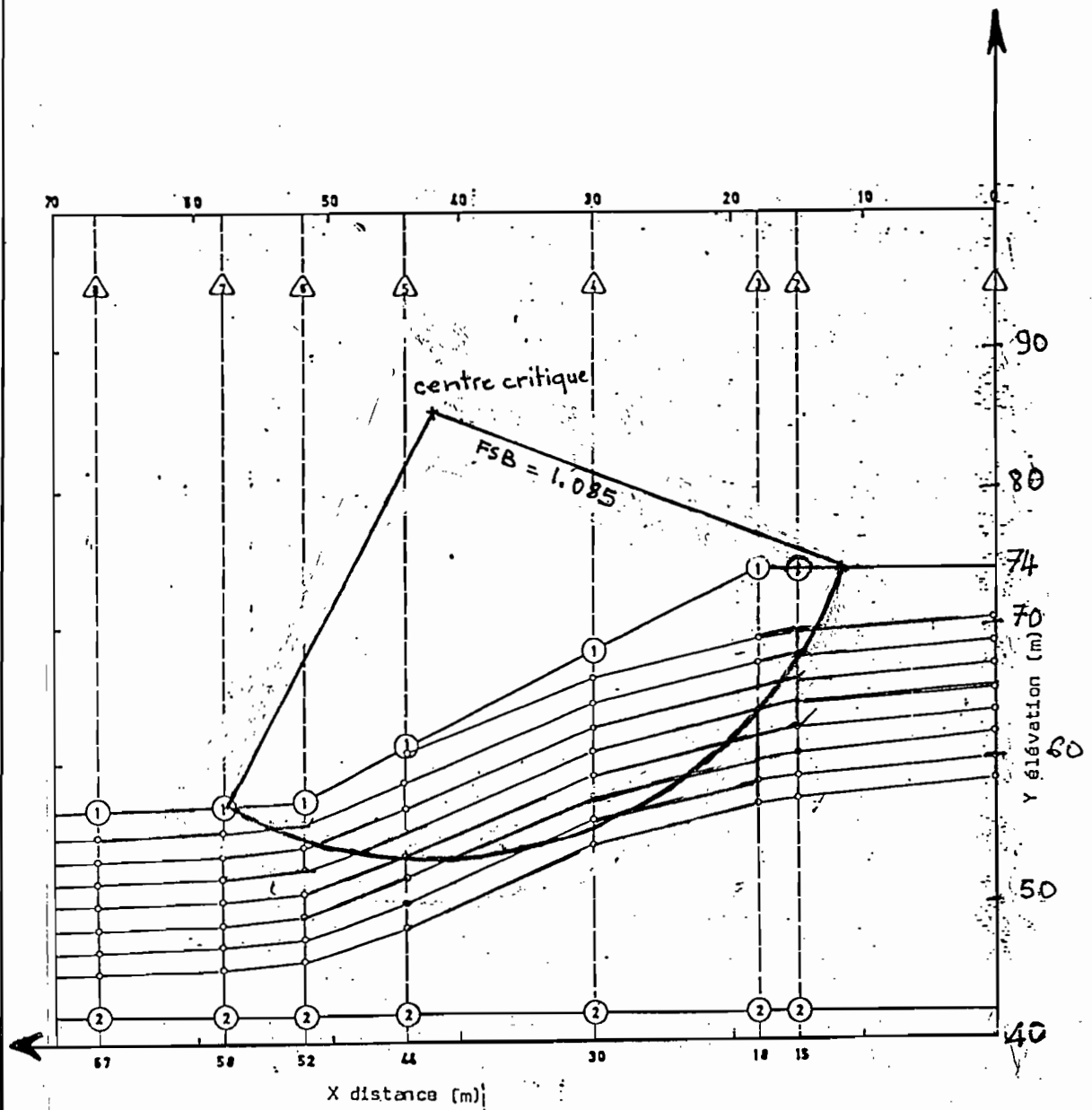
Organigramme du calcul des facteurs de sécurité.

Annexe E.1



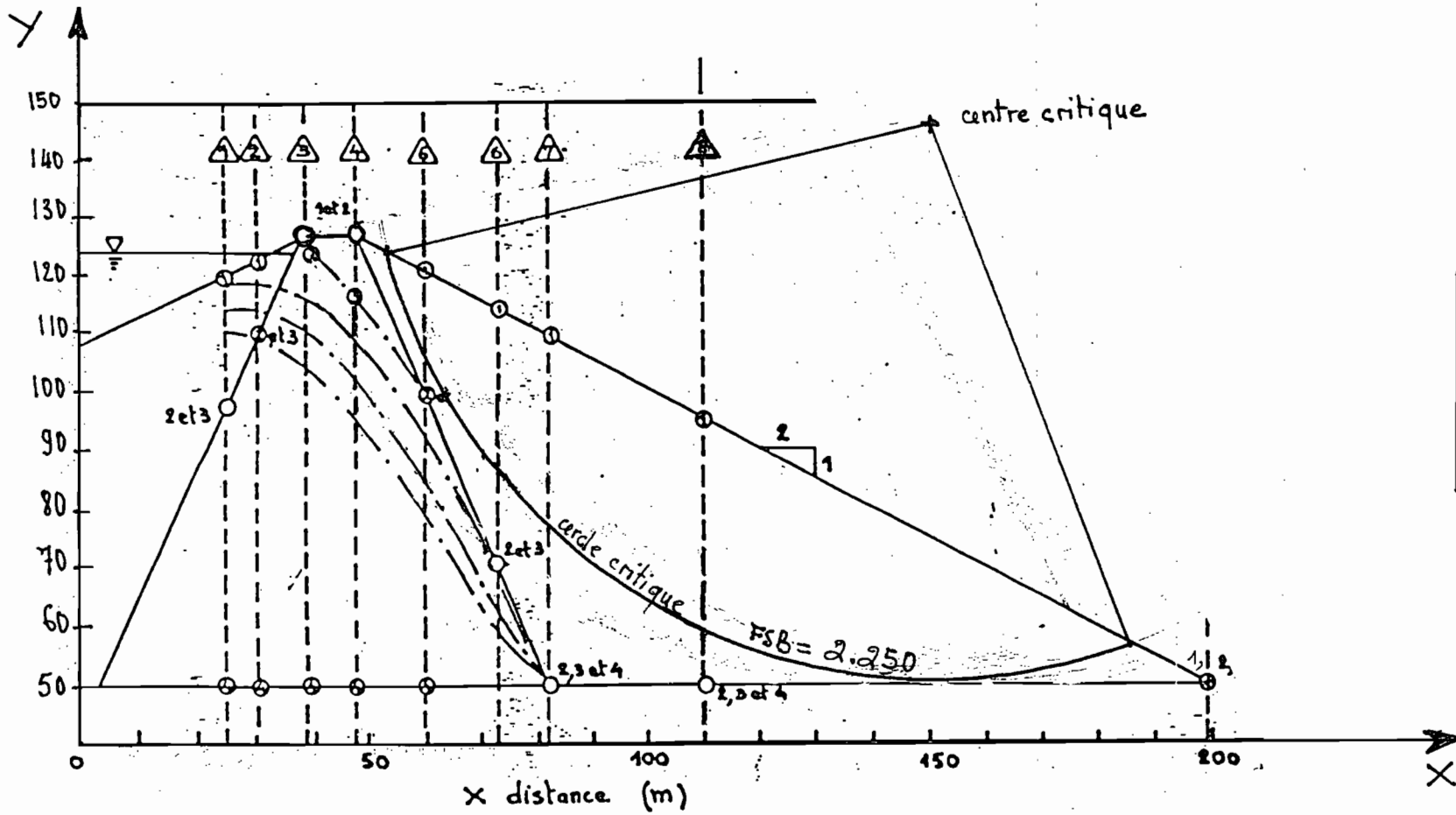
Exemple proposé par les auteurs du
programme "STABR"

Annexe E.2



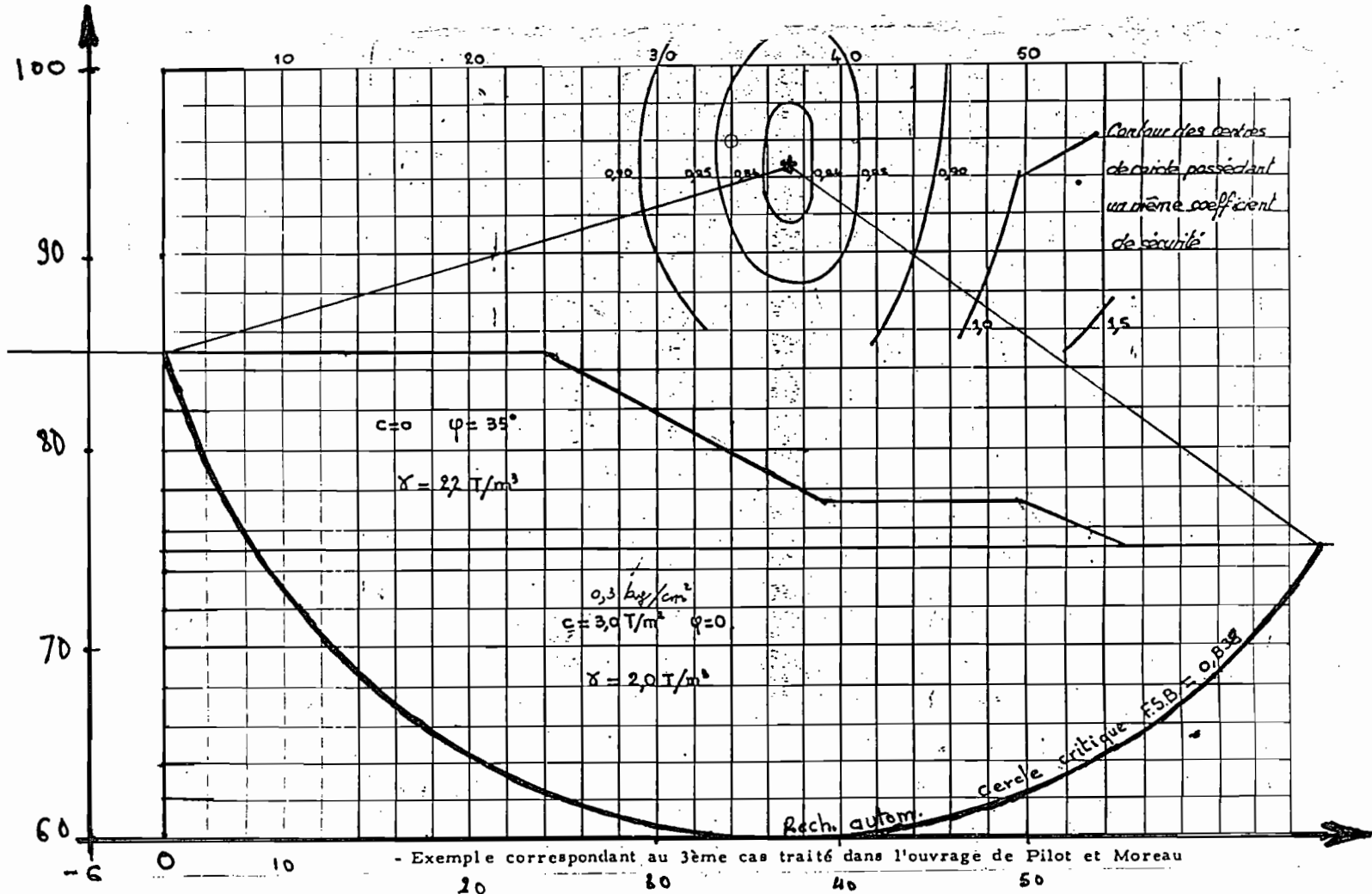
Glissement de terrain de Logaden
(Suède)

87



Annexe E3

- Exemple n° 3 - Calcul de talus aval de barrage (SHERARD)

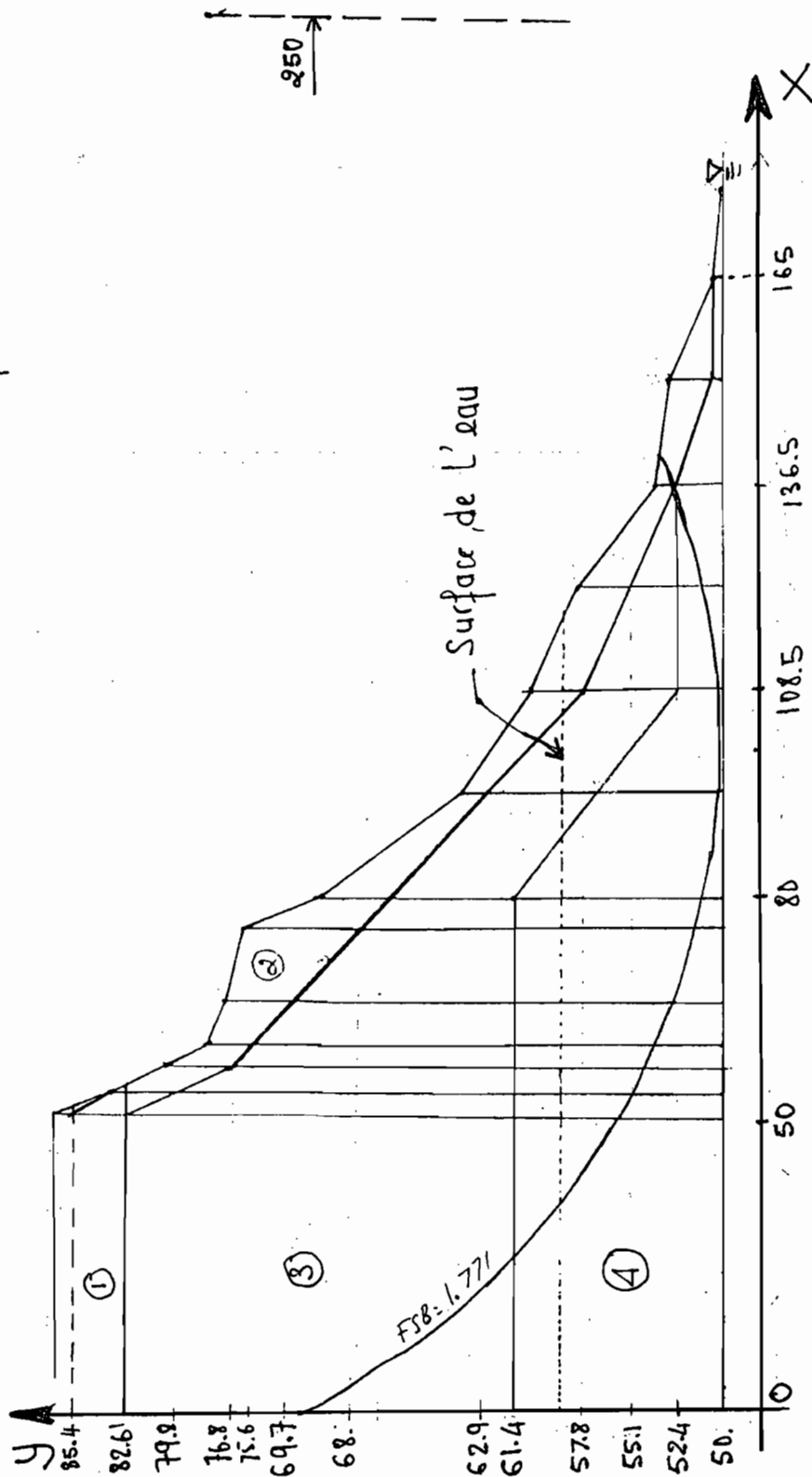


Annexe E.4

Exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau

Annexe E5

* (100, 124) = centre critique



Glissement de La petite corniche derriere L'hopital Principal de Dakar

Annexe P.1

Programme principal
Sous-routines
et fonctions
+ fichier commun. for

```

c      ITERATIONS POUR TOUS LES CERCLES D'UNE TANGENTE
c      ( centres définis soit suivant une grille soit en recherche
c      automatique -- centre de départ (xcn,ycn) défini par
c      l'usager -- nombre max. de cercles limité par le prog.)

120    if (.not.fincerc) then
        ncerc=ncerc+1
        nbc =nbc+1
        call impecran
        CALL FSBISHOP (xcn,ycn,r,fst,for)
c      *****
        call chgtabl (nbc,fst,r,ncerc,ntang)
        call rechlimin (xcn,ycn,r,fst,for,ntang)
        if (ncerc.eq.ncmax) then
            fincerc = .true.
            write(io,10)
            write(*,10)
            GOTO 120
        endif
c      Définir le centre du cercle suivant
        if (auto) then
            call rechauto(fsi,fst,fincerc,ncerc)
        else
            call rechnorm(iter,jcer,fincerc,auto)
            if (auto) then
c          < Poursuite possible en recherche automatique >
                call initauto (iter,jcer,fsi,depl,alfa,fdc,fincerc)
            endif
        endif
        GOTO 120
c      FIN DE CHAQUE CERCLE
        ENDIF

        call impmintg (nprob,info,nmaxtg,ntang,syst,nbc,fdc)
        GOTO 110
c      FIN DE CHAQUE TANGENTE
        ENDIF

        if (nmaxtg.gt.1) then
            call rech2min (nmaxtg,ntgb,ntgo)
            call imptomin (nprob,info,ntgb,ntgo,syst,nbc,fdc)
        endif

        call affitrie (nbc,nmaxtg)

        GOTO 100
c      FIN DE CHAQUE PROBLEME
        ENDIF

        if (conds) write (io,20) fincond

10    FORMAT (/, ' Nombre maximum de cercles atteint ',/)
20    FORMAT (A1)

        close (in)
        close (io)

        END
c

```

c
\$title:'Fichier : STABCALC.FOR '
c-----

PROGRAM CALCSTAB

c -----
c PROGRAMME PRINCIPAL de l'analyse de la stabilité des pentes
c par la méthode de Bishop et celle ordinaire des tranches

implicit real (a-h,o-z)
logical auto,autolu,finccerc,fintang,finfich,conds
integer defccerc
real mingen

character#80 nprob,info
character#64 nomout
character# 1 saut,fincond
character# 2 syst

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/ vapw(12),cu(12),frict(12),wtotal(12),vac(12),elv(12)
common/eau/ ysurf(17)
common/unite/pseau
common/minifs/ fsmin,xcmin,ycmin
common/calccer/ iter,jcer,rech,alfa,depl
common/minim/ tablain(4,4,2),mingen(4,2)

\$include:'commun.for '

c Conds et fincond pour contrôler l'impression condensée.
fincond = char (18)

c INITIALISATION GLOBALE ET OUVERTURE DES FICHIERS

call initprog (finfich,maxc)
call ouvrfich (conds)

c ITERATIONS POUR TOUS LES PROBLEMES D'UN FICHER
c (autant de problemes que l'on veut dans un fichier)

100 call probleme (finfich,nprob,info)

if (.not.finfich) then
call donumgen (syst,defccerc,fdc)
call lireccerc (autolu,nmaxtg,defccerc,xcinit,ycinit,syst,maxc)
call locageom
call propaeca (syst)
call inittang (ntang,nbc,fintang)

c ITERATIONS POUR TOUTES LES TANGENTES D'UN PROBLEME
c (1 seule tangente si les cercles passent par 1 point fixe)
c (maximum 4 tangentes)

110 if (.not.fintang) then
ntang=ntang+1
if (ntang.eq.nmaxtg) fintang=.true.
call entete (nprob,info,syst)
call initccerc (autolu,auto,xcinit,ycinit,fsi,finccerc,ncerc)

c

c sous-routine INITAUTO suite

```
XC = XCMIN
YC = YCMIN
FS = FSMIN
XCN = XC + (PASX * 2.0)
YCN = YC
D = PASX * 2.0
A = PI
I = 2
J = 1
```

ELSE

```
WRITE (IO,140)
nline = nline + 2
FIN = .TRUE.
if (IDC.EQ.4.OR.IDC.EQ.5) then
    IDC = 5
else
    IDC = 3
endif
```

ENDIF

RETURN

```
90 FORMAT (/, ' F.5 minimum sur les limites de la grille')
100 FORMAT ( ' après ',I4, ' cercles calculés suivant la grille.',/)
110 FORMAT ( ' Voulez vous continuer en recherche automatique ;',/,
1' Répondre O ou N ( Non par défaut ) ? '\)
120 FORMAT (A)
130 FORMAT ( ' Continuation en recherche automatique',/, ' ( Centre'
1' de départ = ',2F8.1, ' Pas = ',F6.2, ' Ecart = 0 % )',/)
140 FORMAT ( ' Pas de continuation en recherche automatique',/)
```

END

c

C

\$TITLE: ' FICHER INITIALI.FOR'

```
C#####
C### REGROUPE TOUTES LES SOUS ROUTINES D'INITIALISATION ###
C### ----- ###
C###                                     ###
C###          - INITAUTO                 ###
C###          - INITPROG                 ###
C###          - INITTANG                 ###
C###          - INITCERC                 ###
C###          - OUVRFICH                 ###
C#####
```

SUBROUTINE INITAUTO (I,J,FS,D,A, IDC,FIN)

```
C-- Sous routine d'initialisation en recherche automatique suite à la
C-- recherche suivant une grille définie par l'utilisateur .
C-- Demande l'accord de l'utilisateur pour cette recherche additionnelle .
C-- La variable IDC (Indicateur de Définition des Cercles) permet
C-- de connaître , à la fin du travail , les différents types de
C-- recherche utilisés durant les calculs (voir dans TITRESU) .
C--   IDC = 1 pour rech. automatique (initialisé dans DONUMGEN)
C--   IDC = 2 pour rech. suivant grille, cercle int. limites
C--           ( init. DONUMGEN )
C--   IDC = 3 pour rech. suivant grille, cercle sur limites
C--           pas de poursuite
C--   IDC = 4 pour rech. suivant grille, cercle sur limites
C--           poursuite auto.
C--   IDC = 5 pour rech. suivant grille, cercle sur limites
C--           poursuite partielle
C--           ( cas plus. tang. )
```

```
CHARACTER*1 REP,SAUT
CHARACTER*64 NOMOUT
LOGICAL     FIN
INTEGER     I,J,NT, IDC
REAL        FS,FMIN,XCMIN,YCMIN,D,A
```

```
COMMON/MINIFS/ FMIN,XCMIN,YCMIN
COMMON/FICH/   IN,IO,NLIGN,NPAGE,SAUT,NOMOUT
COMMON/GEN/   nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
```

\$INCLUDE: 'COMMUN.FDR'

```
WRITE ($,90)
WRITE ($,100) ncerc
WRITE ($,110)
READ ($,120) REP
```

```
IF (REP.EQ.'0'.OR.REP.EQ.'o') THEN
C < initialisation pour premier calcul dans position 1 >
C < premier appel à RECAUTO dans position 2 ( ALFA=PI)>
WRITE (IO,130) xcmn,ycmin,pasx
nline= nline + 3
if (IDC.EQ.3.OR.IDC.EQ.5) then
  IDC = 5
else
  IDC = 4
endif
```

C

```

-----
SUBROUTINE INITCERC(autolu,auto,xcinit,ycinit,fsi,fincerc,ncerc)
c -----
c Initialisation pour tous les cercles d'une tangente donnée

logical auto,autolu,fincerc
integer rech

common/calccer/ iter,jcer,rech,alfa,depl

#include:'commun.for'

fincerc = .false.
ncerc = 0

c Initialisation d'après les valeurs initiales lues

auto = autolu

xc = xcinit
yc = ycinit
xcmin = xc
ycmin = yc
xcn = xc
ycn = yc

c Initialisation pour type de recherche des cercles

rech = 1
iter = 1

if (auto) then
  fsi = 100.
  jcer = 0
else
  jcer = 1
endif

RETURN
END

c

```

```

-----
      subroutine initprog (finfich,maxc)
c -----
c Initialisation des valeurs globales pour tous le programme

      character*1  saut
      character*64 nomout

c
      logical finfich

c
      common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

#include:'commun.for '
c
      in=3
      io=4
      nlign = 0
      saut = char(12)
      npage = 1

c
      pi      = 3.1415927

      maxc   = 200
c ATTENTION cette valeur ne doit pas etre > que dim.TABLFSEC

      verif1 = .false.
      verif2 = .false.
      finfich = .false.

c
      return
      end

-----

      SUBROUTINE INITTANG (ntang,nbc,fintang)
c -----
c Initialisation pour toutes les tangentes d'un problème donné

      logical  fintang
      integer  ntang,nbc

      COMMON/MINIM/ TABLMIN(4,4,2),MINGEN(4,2)

      ntang = 0
      nbc   = 0
      fintang = .false.

c Initialisation du tableau des F5min

      DO 10 K = 1,2
         DO 20 I = 1,4
20          TABLMIN(I,1,K) = 100.0
10         CONTINUE

      RETURN
      END

c

```

c sous-routine OUVRFICH suite ...

```
write (io,110) '*'
WRITE (io,150) nominp,nomout
150 FORMAT(/,' Fichier des données : ',A18,
1' Fichier des sorties : ',A18)

nline = nline + 3

RETURN
END
```

c

```

-----
SUBROUTINE OUVRFICH (CONDS)
C-----
C-- Demande le nom des fichiers (entrées et sorties)
C-- Ouverture des fichiers
C-- Demande pour impression des résultats en caractères condensés.
C-- Imprime titre sur fichier de sortie (nom des fichiers traités)

INTEGER      in,io
CHARACTER*1  saut , rep , impcond
CHARACTER*64 nominp,nomout
LOGICAL      conds

COMMON/FICH/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

CONDS = .FALSE.
IMPCOND = CHAR (15)

50 WRITE (*,75)
75 FORMAT (/)
WRITE (*,100)
100 FORMAT(' ENTRER LE NOM DU FICHIER DES DONNEES ? '\)
READ (*,110) nominp
110 FORMAT(A)
IF (nominp.EQ.' ') THEN
    GOTO 50
ENDIF

WRITE (*,120)
120 FORMAT(' ENTRER LE NOM DU FICHIER DES SORTIES ? '\)
READ (*,110) nomout
IF (nomout.EQ.' ') THEN
    nomout = 'stab.out'
    WRITE (*,130) nomout
ENDIF
130 FORMAT (/, ' NOM DU FICHIER DES SORTIES          = ',A)

WRITE (*,75)
WRITE (*,140)
140 FORMAT (' DESIREZ-VOUS LES SORTIES IMPRIMEES SUR 132 COLONNES'
1,/, ' Quasi indispensable si plus de 9 sections verticales',
2,/, ' Répondez O ou N ( Non par défaut ) ? '\)
READ (*,112) REP
112 FORMAT (A1)
IF (REP.EQ.'O'.OR.REP.EQ.'o') THEN
    CONDS = .TRUE.
ENDIF

OPEN (in,FILE=nominp)
OPEN (io,FILE=nomout,STATUS='NEW')

IF (CONDS) THEN
    write (io,110) IMPCOND
ENDIF

```

C

```

character#1 saut
character#64 nomout
integer      defcerc
c
common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/gen/  nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/unite/ pseau
c
read (in,*,end=600) syst,defcerc,nhoriz,nsect,nstrat,ligne,
1      nptcu,s1,s2
write(io,121)nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,s1,s2

if (defcerc.eq.0) then
  idc = 1
else
  idc = 2
endif

if (syst.eq.'im'.OR.syst.eq.'IM') then
  pseau = 62.4
  write (io,8010)
  write (*,8010)
elseif(syst.eq.'ml'.OR.syst.eq.'M1') then
  pseau = 9.81
  write (io,8011)
  write (*,8011)
else
  pseau = 1.0
  write (*,8012)
  write (io,8012)
endif
c
write(*,121)nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,s1,s2
c
c verifications

if (nsect.gt.16) then
  write (*,110) nsect
  STOP
endif

if (nhoriz.gt.4) then
  nhoriz = 4
  write (io,112)
  write (io,118)
  nlign = nlign + 3
  write (*,112)
  write (*,118)
endif
c
c
110 format(/,' Attention à la limite du nombre de sections',/,
1      ' Maximum permis = 16 et non pas : ',i4)
112 format(/,' Nombre de tangentes limites ramené a 4')
118 format(/,' ATTENTION possibilités d'erreurs de lecture !!!',/)

```

\$TITLE: ' FICHIER : Liredata.for '

c Ce fichier contient les souroutines : - probleme
c - donuagen
c - lirecerc
c - locageom
c - propmeca

c subroutine probleme(finfich,nprob,info)
c
c entrer le nom du probleme a traiter
c entrer le nom du traitant , et autres commentaires pertinents
c
c logical finfich
c character#1 saut
c character#64 nomout
c character#80 nprob,info

c common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

c read(in,110,end=600) nprob
c read(in,110,end=600) info

c write (io,4)
c nlign = nlign + 1
c call dateheur
c call affititr

c write(io,108) nprob,info
c nlign = nlign + 5

c write(*,4)
c write(*,108) nprob,info

4 format(/)
108 format(/,1x,a80,/1x,80a,/)
110 format (a80)
return

600 continue
write(*,100)
100 format(////,' FIN DU FICHIER DES DONNEES',//)
finfich = .true.
return
end

c subroutine donuagen (syst,defcerc,fdc)
c
c lecture et ecriture(à l'ecran et dans le fichier de sortie)
c des donnees numeriques generales:
c
c
c character#2 syst

```

        if (ecart.gt.0.0) then
            ecart = ecart * (-1.0)
        endif
        if (ecart.lt.-5.0) then
            ecart = - 5.0
        endif
        write (io,130) xc,yc,pasx,unit,ecart
        write (*,130) xc,yc,pasx,unit,ecart
    else
        autolu = .false.
        read (in,*,end=600) xc,yc,nbx,nby,pasx,pasy
        ecart = 0.0
        write (io,135) xc,yc,nbx,pasx,unit,nby,pasy,unit
        write (*,135) xc,yc,nbx,pasx,unit,nby,pasy,unit
    endif

    if (nhoriz.eq.0) then
        nmaxtg = 1
        read (in,*,end=600) xpfix,ypfix
        write(io,123) xpfix,ypfix
        write(*,123) xpfix,ypfix
    else
        nmaxtg = nhoriz
        read (in,*,end=600) (tang(i),i=1,nhoriz)
        write(io,124) (tang(i),i=1,nhoriz)
        write(*,124) (tang(i),i=1,nhoriz)
    endif

    if (nmaxtg.eq.1.OR.nmaxtg.eq.2) then
        ncmx = maxc / 2
    else
        ncmx = int (maxc/nmaxtg)
    endif

    xcinit = xc
    ycinit = yc

    nline = nline + 8

    return

123 format (/40h TOUS LES CERCLES PASSENT PAR LE POINT (f6.1,1h,,
1f6.1,1h))
124 format (/42h TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS,8(1H,,F6.1
1))
130 FORMAT (/,' Recherche automatique du cercle critique',/,
1      ' Centre de départ (x,y) =      ',2f7.1,/,
2      ' Pas de rotation autour du pivot = ',f6.1,2x,a2,/,
3      ' Ecart pour changement de pivot = ',f6.1,' X',/)
135 FORMAT (/,' Cercles définies suivant une grille',/,
1      ' Centre de départ (x,y) = ',2f7.1,/,
2      ' ',i4,' centres espacés de ',f6.1,' ',a2,' en X',/,
3      ' ',i4,' centres espacés de ',f6.1,' ',a2,' en Y',/)

600 write (*,605)

```



```

121  format(/,' CONTROLE DES DONNEES',//,5x,
      2' Nombre de tangentes limites ',13x,i5,/,5x,
      3' Nombre de sections verticales ',11x,i5,/,5x,
      4' Nombre de frontières entre sols ',9x,i5,/,5x,
      5' Nombres de lignes équipressions ',9x,i5,/,5x,
      6' Nombre de points définissant la cohésion ',i5,/,5x,
      7' Coefficients sismiques s1=',1x,f5.3,/,28x,' s2=',1x,f5.3)
B010 format (/,' #### SYSTEME IMPERIAL #### Livre - pied',/,
1'  -----  -----  -----')
B011 format (/,' #### SYSTEME METRIQUE #### kilo-Newton - mètre',/,
1'  -----  -----  -----')
B012 format (/,' #### SYSTEME METRIQUE #### tonne - mètre',/,
1'  -----  -----  -----')

```

```

c
  nline = nline + 15
  return

600  continue
      write(1,100)
100  format(////,' Données générales manquantes ???  ARRET !!',/)
      STOP

      end

```

```

-----
      SUBROUTINE LIRECERC (AUTOLU,NMAXTG,DEFRCERC,XCINIT,YCINIT,
1          SYST,MAXC)

c      Definition du cercle de glissement
c      -Recherche automatique si defrcerc=0
c      -Recherche normale si defrcerc > 0

      logical autolu
      character*2 syst,unit
      character*1 saut
      character*64 nomout
      integer defrcerc

      common/fich/ in,io,nline,npage,saut,nomout
      common /prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
      common/gen/nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2

$include:'commun.for'

      if (syst.eq.'im'.OR.syst.eq.'IM') then
          unit = 'pi'
      else
          unit = ' m'
      endif

      if (defrcerc.eq.0) then
          autolu = .true.
          read (in,*,end=600) xc,yc,pasx,ecart

```

```

c      description et propriétés mécaniques du sol:
c      -cohésion
c      -densité
c      -angle de frottement interne
c      -influence de l'eau
c
character#1  saut
character#2  syst
character#20 descr(12)
character#64 nomout
c
common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/gen/  nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/ vapw(12),cu(12),frict(12),wttotal(12),vac(12),elv(12)
c
n1 = nstrat - 1

call pagine (10,indic)
if (indic.eq.0) nlign = nlign - 4
write(io,105)
if (syst.eq.'im'.OR.syst.eq.'IM') then
  write(io,8005)
else if (syst.eq.'m1'.OR.syst.eq.'M1') then
  write(io,8006)
else
  write(io,8007)
endif

do 159 j=1,n1
read(in,*,end=600)  jj,cu(j),frict(j),wttotal(j),descr(j)
call pagine (2,indic)
  if (indic.eq.1) then
    write (io,105)
    nlign = nlign + 4 + 2
  endif
write(io,130) j,cu(j),frict(j),wttotal(j),descr(j)
159 continue
c
if(ligne.eq.-1) then
  read (in,*,end=600) ru
  call pagine (4,indic)
  write(io,131) ru
endif

if(ligne.gt.0) then
  do 175 l=1,nsect
  read(in,*,end=600) x(l),(pw(l,n),n=1,ligne)
175 continue
  call pagine (9,indic)
  if (indic.eq.0) nlign = nlign - 3
  write(io,128) (x(l),l=1,nsect)

  do 176 n=1,ligne
  call pagine (1,indic)

```

```

605 format (///,' Données cercle manquantes ??? ARRET !!',/)
STOP

end

-----

subroutine locageom
c
c   localisation de la geometrie des sections verticales ,
c   de la stratification et des frontieres:
c
character*1 saut
character*64 nomout

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/eau/ ysurf(17)
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
c
do 157 l=1,nsect
read(in,*,end=600) x(l),yfi(l),ysurf(l),(y(l,j),j=1,nstrat)
157 continue

call pagine (9,indic)
write(io,125) (x(l),l=1,nsect)
write(io,126) (yfi(l),l=1,nsect)
write(io,133) (ysurf(l),l=1,nsect)

do 158 j=1,nstrat
call pagine (2,indic)
if (indic.eq.1) then
write (io,125) (x(l),l=1,nsect)
nline = nline + 4 + 2
endif
write(io,127) j,(y(l,j),l=1,nsect)
158 continue
c
125 format(//,10h GEOMETRIE//1x,14h sections ,17f7.1)
126 format(/1x,14h fissuration ,17f7.1)
127 format(/1x,12h frontiere ,i2,17f7.1)
133 format(/1x,14h eau-fissure ,17f7.1)
c
return

600 write (io,605)
605 format (///,' Données géométrie manquantes ??? ARRET !!')
STOP

end

-----

subroutine propomeca(syst)
c

```

\$TITLE: ' FICHER : fsbishop.for '

```
c-----  
  
      subroutine fsbishop (xo,yo,r,fsc,for)  
c  
      character$1 saut,verif  
      character$64 nomout  
  
      dimension theta(100),ytest(12)  
  
      common /fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout  
      common /gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2  
      common /prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang  
      common /geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)  
      common /prop/vapw(12),cu(12),frict(12),wtotal(12),vac(12),elv(12)  
      common /eau/ ysurf(17)  
      common /unite/ pseau  
      common/force/ rfact(100)  
      common/limite/ xx(100),yy(100),tt(100)  
c  
c  
c      ( verif (si ='oui') permet d'afficher certaines  
c      valeurs intermédiaires )  
      verif = 'n'  
      if (nhoriz.gt.0) r = yo-tang(ntang)  
      if (nhoriz.eq.0) then  
          r=sqrt((xpfix-xo)**2+(ypfix-yo)**2)  
          tang(ntang)=yo-r  
      endif  
c  
c      Interception du cercle avec la pente  
      call intercep(xo,yo,r,xneg,yneg,xpos,ypos,yfond,ywater,num)  
  
      i = nsect  
      if (xpos.gt.x(i)) then  
          nsect = nsect +1  
          x(i+1)= xpos+100  
          yfi(i+1)=yfi(i)  
          ysurf(i+1)=ysurf(i)  
          do 10 n=1,ligne  
              pw(i+1,n)=pw(i,n)  
10          continue  
          do 20 j=1,nstrat  
              y(i+1,j)=y(i,j)  
20          continue  
      endif  
  
      if (num.eq.1) then  
          fsc=100.0  
          for=100.0  
          return  
      else  
          bttotal = xpos - xneg  
          if (yo.lt.ypos.or.yo.lt.yfond.or.bttotal.eq.0.0) then  
              fsc=100.0
```

```

    if (indic.eq.1) then
        write(io,128) (x(l),l=1,nsect)
        nline = nline + 6
    endif
    write(io,129) n, (pw(l,n),l=1,nsect)
176 continue

    if (ligne.gt.1) then
        read (in,*,end=600) (vapw(n),n=1,ligne)
        call pagine ((4 + ligne),indic)
        write(io,132) (n,vapw(n),n=1,ligne)
    endif

endif

c
c cohésion drainée
c
do 165 j=1,n1
frict(j)=frict(j)*0.01745
165 continue

if (nptcu.gt.0) then
    read (in,*,end=600) (elv(n),vac(n),n=1,nptcu)
    call pagine ((5 + nptcu),indic)
    write(io,164) (elv(n),vac(n),n=1,nptcu)
endif
continue

c
105 format(/20h PROPRIETES DES SOLS//2x,7h COUCHE,7x,38h COHESION
1 FROTTEMENT DENSITE,9x,'DESCRIPT*')
8005 format(18x,'1b/pi2',10x,'DEG.',10x,'1b/pi3',/)
8006 format(20x,'kpa',11x,'DEG.',10x,'kN/m3',/)
8007 format(19x,'t/m2',11x,'DEG.',11x,'t/m3',/)
128 format(/,' PRESSIONS INTERSTITIELLES',//,5x,
1' coordonnées des lignes équipressions ',//,5x,
2' sections ',17f7.1,/)
129 format(5x,6h ligne,i3,1x,17f7.1)
130 format(i6,2x,3f15.1,10x,20a,/)
131 format(/57h pression interstitielle calculée avec un coefficient
1 ru //5x,5h ru= ,f5.3)
132 format(/5x,51h valeurs des pressions sur les lignes équipressions
1//5x,6h ligne ,4x,9h pression /12(6x,i3,f13.1//))
164 format(/,' COHESION NON DRAINEE vs PROFONDEUR',//,5x,
1' profondeur cohésion',//,12(2f13.1,//))

c
return

600 write (io,605)
605 format(/,' Données prop. mécaniques manquantes ? ARRET ! ')
STOP

end

```

#####

```
subroutine intercep(xo,yo,r,xneg,yneg,xpos,ypos,yfond,ywater,num)
c
c calcul des coordonnées du point d'interception du cercle avec
c la limite superieur du terrain ; localisation de la fissure
c de tension et du niveau d'eau dans cette fissure de tension
c
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,sl,s2
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/eau/ ysurf(17)

do 250 l = 1,nsect
distfis=sqrt((x(1)-xo)**2+(yfi(1)-yo)**2)
if (r.gt.distfis) then
call intermed (x(1),yfi(1),x(1-1),yfi(1-1),xo,yo,r,xneg,-1)
yneg=funcy(xneg,x(1),y(1,1),x(1-1),y(1-1,1))
yfond=funcy(xneg,x(1),yfi(1),x(1-1),yfi(1-1))
ywater=funcy(xneg,x(1),ysurf(1),x(1-1),ysurf(1-1))
call interpos(l,xpos,ypos,xo,yo,r)
return
endif
250 continue
c
do 260 l = 1,nsect
distsol = sqrt((x(1)-xo)**2 + (y(1,1)-yo)**2)
if(r.gt.distsol) then
xneg = x(1)
yd = sqrt(r**2-(xo-xneg)**2)
yneg = y(1,1)
yfond = yo-yd
ywater =ysurf(1)
call interpos(l,xpos,ypos,xo,yo,r)
return
endif
260 continue
c
call nosectve(xneg,xpos,yneg,ypos,yfond,ywater,num,xo,yo,r)
c
return
end
```

```
subroutine interpos(l,xpos,ypos,xo,yo,r)
c
c cette souroutine est une partie de la souroutine intercep
c Poursuite des calculs sur la partie droite du cercle
c
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,sl,s2
c
do 320 i = 1,20
```

```

        for=100.0
        ncerc=ncerc-1
        return
    endif
endif
c
c Calcul des coordonnées frontières des tranches
call limitran (xo,yo,r,xneg,xpos,ypos,yfond)
c
c Calcul des tranches
call calctran(xo,yo,r,xneg,yneg,yfond,ywater,itt,fsc,rfissu,rover)
c
c Itérations pour le calcul de fsc (par convergence)
call iterafsc (fsc,for,rover,rfissu,itt)
if (itt.gt.20) then
    write(io,144) ncerc,ntang,tang(ntang),r,xo,yo,for,itt
    nline = nline + 2
    write(,144) ncerc,ntang,tang(ntang),r,xo,yo,for,itt
    return
endif

call pagine (1,indic)
if (indic.eq.1) then
    write (io,148)
    nline = nline + 3
endif
write(io,145) ncerc,ntang,tang(ntang),r,xo,yo,fsc,for

144 format (2i5,2f9.1,2f12.1,10x,f10.3,/,3x,'le calcul par la méthode
1 BISHOP ne converge pas en ',i4,'itérations',/)
145 format (i3,4x,i3,2x,f6.1,3x,f6.1,4x,f6.1,5x,f6.3,5x,f6.3)
148 format (//,'NCERC NTANG PROF(TG) RAYON (X)CENTRE (Y)CENTRE',
1' FS(BISHOP) FS(ORD.)',/)
150 format (a)

c Impression des résultats à l'écran
c pour suivre l'avancement du travail

write(,160) r,xo,yo,fsc,for
160 format (/5x,'CERCLE(R,X,Y) :(',3f8.2,')',/5x,'resultats (
1 BISHOP & ORDINAIRE ) : ',5x,2f10.3)

c
return
end

-----

function funcy (a,x1,y1,x2,y2)

c interpolation linéaire pour une valeur
c de "a" comprise entre "x1" et "x2"

funcy = ((a-x1)/(x2-x1))*(y2-y1)+y1
return
end

```

```

common/prop/tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/vapw(12),cu(12),frict(12),wtotal(12),vac(12),elv(12)
common/eau/ysurf(17)

do 200 l = 1,nsect
  lml = l-1
  if (lml.ne.0) s(lml) = (y(l,1)-y(lml,1))/(x(l)-x(lml))
200 continue

nsecml = nsect-1
do 100 l = 1 ,nsecml
  sl=s(l)
  slabs=abs(sl)
  if (slabs.lt.0.0001) then
    p =yo-y(l,1)
    xn=xo
  else
    sli=1.0/sl
    xn =(y(l,1)-yo+sli*xo+sl*x(l))/(sl+sli)
    yn =y(l,1)+sl*(xn-x(l))
    p =sqrt((yn-yo)**2+(xn-xo)**2)
  endif
  if (p.ge.r) goto 100
  if (xn.ge.x(l).and.xn.lt.x(l+1)) then
    call intermed(x(l+1),yfi(l+1),x(l),yfi(l),xo,yo,r,xneg,-1)
    call intermed(x(l+1),y(l+1,1),x(l),y(l,1),xo,yo,r,xpos,1)
    yfond =fancy(xneg,x(l+1),yfi(l+1),x(l),yfi(l+1))
    yneg =fancy(xneg,x(l+1),y(l+1,1),x(l),y(l,1))
    ypos =fancy(xpos,x(l+1),y(l+1,1),x(l),y(l,1))
    ywater=fancy(xneg,x(l+1),ysurf(l+1),x(l),ysurf(l))
    num = 2
    return
  endif
100 continue
  num=1
  write(io,130) ncerc,ntang,tang(ntang),r,xo,yo
  nline = nline + 1
130 format(i3,4x,i3,2x,f6.1,3x,f6.1,4x,f6.1,4x,f6.1,6x,
1'Cercle en dehors')
  return
end

```

```

-----
subroutine limitran(xo,yo,r,xneg,xpos,ypos,yfond)
c
c < calcul des coordonnées frontières des tranches >
c
dimension theta(100),ytest(12)
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common /eau/ ysurf(17)
common/limite/ xx(100),yy(100),tt(100)
c
funcy(a) = yo - sqrt(r*r-xo*xo-a*a+2.*xo*a)

```



```

l=l+1
distsol=sqrt((x(l)-xo)**2+(y(l,1)-yo)**2)
if (distsol.gt.r) then
  call intermed (x(l),y(l,1),x(l-1),y(l-1,1),xo,yo,r,xpos,1)
  ypos=funcy(xpos,x(l),y(l,1),x(l-1),y(l-1,1))
  return
else
  if (distsol.eq.r) then
    xpos = x(l)
    ypos = funcy (xpos,x(l),y(l,1),x(l-1),y(l-1,1))
    return
  endif
endif
if (l.eq.nsect) then
  call intermed (x(l),y(l,1),x(l-1),y(l-1,1),xo,yo,r,xpos,1)
  ypos = funcy (xpos,x(l),y(l,1),x(l-1),y(l-1,1))
  return
endif
320 continue
c
return
end

```

```

subroutine intermed(x2,y2,x1,y1,xo,yo,r,x,ns)
c
  Cette sousroutine permet le calcul de :
c
  * xpos si ns>0
c
  * xneg si ns<0

p = (y1-y2)/(x1-x2)
a = 1.0+p**2
b = 2.0*p*x1+2.0*xo+2.0*yo*p-2.0*p*y1
c = p*p*x1**2-p*x1*y1+y1*y1+2.0*yo*p*x1-2.0*yo*y1+xo*xo+
  lyo*yo-r*r

d = sqrt(b**2-4.*a*c)

if (ns.gt.0) x=(b+d)/(2.*a)
if (ns.lt.0) x=(b-d)/(2.*a)
return
end

```

```

subroutine nosectve(xneg,xpos,yneg,ypos,yfond,ywater,num,xo,yo,r)

character *1 saut
character *64 nomout

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2

```

```

        absta = abs(theta(n))
        if (absta.lt.0.00001) theta(n)=0.0
        if (xx(n).eq.x(l+1)) l=l+1
        if (xx(n).ne.xpos ) goto 515
        goto 540
535  cenang = 2.*cenang
        goto 510
540  nslice = n-1
c
        return
        end
c#####

        subroutine calctran(xo,yo,r,xneg,yneg,yfond,ywater,itt,fsc,
        lrfissu,rover)
c
c  calcul des tranches :
c    - initialisation
c    - evaluation du poids des tranches
c    - évalution des pressions interstitielles
c    - formulation des équations
c    - itérations pour qu'il y ait convergence
c
character$1 saut,verif
character$64 nomout

dimension theta(100),ytest(12)

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/gen/nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/vapw(12),cu(12),frict(12),wttotal(12),vac(12),elv(12)
common/eau/ ysurf(17)
common/unite/ pseau
common/force/ rfact(100)
common/limite/ xx(100),yy(100),tt(100)
c
        logical finslice

        funyc(a) = yo - sqrt(r*r-xo*xo-a*a+2*xo*a)

        finslice= .false.
        rover =0.0
        rresis=0.0
        xt=xneg
        i=1
100  if (.not.finslice) then
        bslice=xx(i+1)-xx(i)
        xt=xt+bslice/2.0
        ytc=funyc(xt)
        angle=atan((xo-xt)/(yo-ytc))
        do 375 l=1,nsect
            if (x(l).gt.xt) goto 362
375      continue

```

```

do 500 l = 1,nsect
    if (xneg.le.x(l)) goto 502
500 continue
502 if (xneg.eq.x(l)) lil=1
    if (xneg.lt.x(l)) lil=l-1
c
do 505 j =1,nstrat
    ytest(j) = funcy(xneg,x(l+1),y(l+1,j),x(l),y(l,j))
    if (ytest(j).le.yfond) goto 508
505 continue
508 if (ytest(j).eq.yfond) jil=j+1
    if (ytest(j).lt.yfond) jil=j
    xx(l) = xneg
    yy(l) = yfond
    theta(l)=1.5707963
    if((yo-yy(l)).gt.0.0000001) theta(l)=atan((xo-xx(l))/(yo-yy(l)))
    alfa = 1.5707963
    if ((yo-ypos).gt.0.0000001) alfa = atan((xpos-xo)/(yo-ypos))
    cenang =(theta(l)+alfa)/30
510 continue
    n = 1
    l = lil
    jp= jil
515 n =n+1
    if (n.ge.100) goto 535
    nm1=n-1
    theta(n)=theta(nm1)-cenang
    if (theta(n).lt.0.0.and.theta(nm1).gt.0.0) theta(n)=0.0
    xx(n)=xo-r*sin(theta(n))
    if (xx(n).gt.x(l+1).and.xx(nm1).lt.x(l+1)) xx(n)=x(l+1)
    if (xx(n).gt.xpos) xx(n)=xpos
    yy(n) = funyc (xx(n))
    theta(n)=-1.5707963
    if ((yo-yy(n)).ne.0.0) theta(n)=atan((xo-xx(n))/(yo-yy(n)))
    if (xx(n).eq.xpos) goto 534
c
c <vérification et ajustement des coordonnées pour que
c la base de chaque tranche soit dans un matériau>
c
do 520 j = 1,nstrat
    ytest(j)=funcy(xx(n),x(l+1),y(l+1,j),x(l),y(l,j))
    if (ytest(j).le.yy(n)) goto 522
520 continue
522 if (j-jp) 526,534,524
524 call intermed (x(l+1),y(l+1,jp),x(l),y(l,jp),xo,yo,r,xxn,-1)
    jp=jp+1
    goto 528
526 jp=jp-1
    call intermed (x(l+1),y(l+1,jp),x(l),y(l,jp),xo,yo,r,xxn,1)
528 xx(n)=xxn
    yy(n)=funyc (xx(n))
    theta(n) = -1.5707963
    if ((yo-yy(n)).ne.0.0) theta(n)=atan((xo-xx(n))/(yo-yy(n)))
534 if (xx(n).eq.xx(nm1)) n=n-1

```

```

common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/gen/nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,sl,s2
common/force/ rfact(100)
common/limite/ xx(100),yy(100),tt(100)

verif = 'n'
converge = .false.

5  format (a)
c
200 if (.not.converge) then
c  test pour vérifier les facteurs de sécurités intermédiaires
c    plus petits que l;et impressions des valeurs de calcul

  if (verif.eq.'0'.or.verif.eq.'o') then
    write (#,152) ntang,ncerc,itt,fsc
    write (#,154) rresis,rover,rfissu
    if (fsc.lt.1.) then
      call pagine (5,indic)
      write(io,150)
      write(io,152) ntang,ncerc,itt,fsc
      write(io,154) rresis,rover,rfissu
150 format ('attention! vérifier fsc',/)
152 format ('TANG. No:',i2,'CERCLE No: ',i2,
1      ' ITERATION No: 'i3,' f.s trouvé = ',f6.3)
154 format ('resistance= ',f12.2,/, 'poidforce= ',f12.2,/,
1      'pression eau dans fissure= ',f12.2)
      endif
    endif
c
c    <fin test>
c
  if(itt.eq.1) then
    fs = fsc
    for= fs
    dif=1.
    goto 405
  endif
  if (itt.gt.20) then
    return
  endif
  dif = abs(fsc-fs)
405  if (dif.gt.0.001) then
    rresis=0.0
    fs=0.5*(fs+fsc)
    itt=itt+1
    do 460 i=1,nslice
      den=1.0+tt(i)/fs
      rresis = rresis + rfact(i)/den
460  continue
    fsc = rresis / (rover + rfissu)
  else
    converge = .true.
  endif
  goto 200

```

```

362      yt1=funcy(xt,x(1),y(1,1),x(1-1),y(1-1,1))
c      calcul du poids des tranches et des moments qu'il crée
      call poidtran (l,j,r,poids,rover,xt,yc,yt1,bslice,angle)
      call pressint (l,poids,xt,yc,bslice,poref)
c      formulation des équations
      r1 = bslice#cu(j-1)
      if (cu(j-1).lt.0.0) then
        do 387 n=1,nptcu
          if(ytc.gt.elv(n)) goto 388
387      continue
388      cun=funcy(ytc,elv(n-1),vac(n-1),elv(n),vac(n))
          r1= bslice#cun
        endif
        xxtan=sin(frict(j-1))/cos(frict(j-1))
        r2 = (poids-poref)#xxtan
          r2or=(poids*cos(angle)-poref/cos(angle))#xxtan
        if (r2or.lt.0.0) r2or=0.0
        tt(i)=xxtan*sin(angle)/cos(angle)
        sec=1.0/cos(angle)
        rfact(i)=r*(r1+r2)#sec
          if (rfact(i).lt.0.0) rfact(i)=0.0
        cosang = cos(angle)
        rresis = rresis+(r1/cosang+r2or)#r
        xt=xt+bslice/2.0
        i=i+1
        if (i.gt.nslice) finslice = .true.
        goto 100
      endif
      hfissu = ywater-yfond
      if (hfissu.lt.0.0) hfissu=0.0
      rfissu=(hfissu**2#pseau/2.0)#((hfissu#2./3.)+(yo-yneg))
      fsc = rresis/(rover+rfissu)
      itt=1
5      format (a)
      return
      end
c
c
c-----
c
      subroutine iterafsc (fsc,for,rover,rfissu,itt)
c
c      souroutine de calcul itératif du facteur de sécurité
c      jusqu'à ce qu'il y ait convergence(différence <=0.001)
c
      logical      converge
      character#1  saut,verif
      character#64 nomout

      common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

```

```

endif
if (ligne.eq.1) then
  slope=atan((pw(1,n)-pw(1-1,n))/(x(1-1)-x(1)))
  poref=(pwt(n)-ytc)*pseau*(cos(slope)**2)*bslice
  return
endif
if (ytc.gt.pwt(n)) goto 301
300 continue
301 if (n.gt.1) then
  yinter = pwt(n)-pwt(n-1)
  deltav = vapw(n)-vapw(n-1)
  pinter = (deltav*(ytc-pwt(n-1))/yinter)+vapw(n-1)
  poref = pinter*bslice
  return
else
  poref = 0.0
  return
endif
return
end

```

```

endif
c
return
end
c
c-----

subroutine poidtran (l,j,r,poids,rover,xt,yc,yl,bslice,angle)
c
cette souroutine permet l'évaluation du poids des tranches

common/gen/nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/vapw(12),cu(12),frict(12),wttotal(12),vac(12),elv(12)

couche = 0.0

do 380 j=1,nstrat
yt(j)=fancy(xt,x(1),y(1,j),x(1-1),y(1-1,j))
if (j.gt.1) then
if (yc.gt.yt(j)) goto 381
couche= couche+bslice*wttotal(j-1)*(yt(j-1)-yt(j))
endif
380 continue
381 poids=couche+bslice*wttotal(j-1)*(yt(j-1)-yc)
rover=rover+poids*r*sin(angle)+s1*poids*r*cos(angle)-s2*poids*
l*(yt1-yc)/2.
return
end

```

```

c-----

subroutine pressint (l,poids,xt,yc,bslice,poref)
c
cette souroutine permet d'évaluer la resultante des
c pressions interstitielles sur la surface de glissement

common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/geom/x(17),y(17,12),yfi(17),yt(12),pw(17,12),pwt(12),s(16)
common/prop/ vapw(12),cu(12),frict(12),wttotal(12),vac(12),elv(12)
common/unite/ pseau

if (ligne.eq.-1) then
poref = ru*poids
return
endif
if (ligne.eq.0) then
poref = 0.0
return
endif
do 300 n = 1,ligne
pwt(n)=fancy(xt,x(1),pw(1,n),x(1-1),pw(1-1,n))
if (ligne.eq.1.and.ytc.ge.pwt(n)) then
poref = 0.0
return

```

```

ELSE
  ITER = 1
  RECH = RECH + 1
  GO TO 110
ENDIF
ELSE IF (DIFF) THEN
C   < définir le nouveau pivot et le nouveau FSInitial >
    XC = XCN
    YC = YCN
    RECH = 1
    JCER = 0
    ITER = 1
    FSI = FST
    DIFF = .FALSE.
    IF (VERIF2) write (io,15) xc,yc,fsi
    GOTO 110
ELSE
  LIM = PASX * 2.
  IF ((ECART.LT.-1.0).AND.((XCMIN.GE.(XC+LIM).OR.XCMIN.LE.
1   (XC-LIM)).OR.(YCMIN.GE.(YC+LIM).OR.YCMIN.LE.
2   (YC-LIM)))) THEN
C   <Si OUI faire une autre recherche sur pivot de FSMIN>
    FSI = FSMIN
    XC = XCMIN
    YC = YCMIN
    RECH = 1
    JCER = 0
    ITER = 1
    IF (VERIF2) WRITE (io,15) xc,yc,fsi
    GOTO 110
ELSE
C   < Si NON arrêt des calculs >
    FINCALC = .TRUE.
    IF (VERIF2) WRITE (io,25) nc
ENDIF
ENDIF

C   < Vérification avant de retourner les nouvelles coordonnées
C   si centre déjà utilisé - si oui définir centre suivant >

IF (.NOT.FINCALC) THEN
  CALL RECHPREC (NC,XCN,YCN,PREC)
  IF (PREC) GOTO 110
ENDIF

RETURN

10  FORMAT (' VERIF. RECH , JCER , ITER = ',3I4,/,
1' Mouvement ALFA , DEPL = ',2F8.3,/)
15  FORMAT (' Nouveau Pivot (X,Y) = ',2F8.2,/,
1' -----',/,
2' Nouveau FSInitial = ',F8.3,/)
20  FORMAT (' DIFFérence en % = ',F8.3,' ( ',2F8.3,' )',L4)
25  FORMAT (/, ' Arrêt après ',I4, ' cercles calculés')
30  FORMAT (' PIVOT (X,Y) = ',F8.2,5X,F8.2,/)

END

```


C

\$TITLE: ' FICHER RECHERCH.FOR'

C#####

C

C REGROUPE TOUTES LES SOUS ROUTINES DE RECHERCHE ET DE TRIE

C

C Plus une sous-routine de chargement de tableau

C

C RECHAUTO CALCMOUV RECHPREC RECHNORM

C

C TRIEFSEC CHGTABL RECHIMIN RECH2MIN

C

C#####

SUBROUTINE RECHAUTO(FSI,FST,FINCALC,NC)

C

C-- . Sous routine pour recherche automatique du cercle ou le F.S
C-- est minimum . Recherche à partir d'un point pivot avec 12
C-- points distribués autour . Recherche limitée à NCMAX centres .
C-- . Changement de pivot si delta F.S. inférieur à un écart donne .
C-- . Une fois la recherche terminée avec delta F.S. \leq à -5% , on
C-- vérifie si le F.S. Min. (pour un delta F.S. $< 1\%$) se trouve sur
C-- (ou à l'extérieur) des limites couvertes par le dernier pivot.
C-- Si oui , poursuite des calculs avec pivot sur le F.S.Min. .
C-- . Utilisation des SIN(X),COS(X) pour générer des paires de :
C-- (0,1)(1,0)(0,-1)(-1,0) . ATTENTION à cause d'imprécisions de
C-- calcul (valeur de PI) ramèner les valeurs obtenues à l'entier
C-- le plus proche pour comparaison avec valeurs non calculées.
C-- . Vérification pour ne pas recalculer un cercle déjà défini .

INTEGER RECH,ITER,JCER,NC,IN,IO
REAL FSI,FST,ALFA,DEPL,FSMIN,YCMIN,XCMIN,LIM
LOGICAL FINCALC,DIFF,PREC
CHARACTER#1 SAUT
CHARACTER#64 NOMOUT

COMMON/MINIFS/ FSMIN,XCMIN,YCMIN
COMMON/FICH/ IN,IO,NLIGN,NPAGE,SAUT,NOMOUT
COMMON/CALCCR/ ITER,JCER,RECH,ALFA,DEPL

\$INCLUDE: 'COMMUN.FOR'

DIFF = (DELTAFS (FSI,FST)).LT.ECART
IF (VERIF2) WRITE (io,20) deltafs(fsi,fst),fsi,fst,diff

110 IF (.NOT.DIFF.AND.RECH.LE.3) THEN
IF (RECH.NE.JCER) THEN
C < changement de cas de rotation autour du pivot >
C < initialisation pour nouveau cas >
CALL CALCMOUV (RECH,DEPL,ALFA)
JCER = RECH
ENDIF
IF (ITER.LE.4) THEN
IF (VERIF2) THEN
WRITE (IO,10) RECH,JCER,ITER,ALFA,DEPL
WRITE (IO,30) XC,YC
ENDIF
XCN = ANINT (XC + (SIN(ALFA)*DEPL))
YCN = ANINT (YC + (COS(ALFA)*DEPL))
ITER = ITER + 1
ALFA = ALFA + (PI/2.0)

C

C-----

SUBROUTINE RECHPREC (NC,X,Y,PREC)

C

C-- Sous routine pour chercher si centre du cercle déjà utilisé
C-- Très important à vérifier car les calculs des F.S. sont par-
C-- ticulierement long et doivent etre minimisés .

INTEGER N,NC,IN,IO
REAL X,Y
LOGICAL PREC
CHARACTER#1 SAUT
CHARACTER#64 NOMOUT

COMMON/FICH/ IN,IO,NLIGN,NPAGE,SAUT,NOMOUT

\$INCLUDE:'COMMUN.FOR'

PREC = .FALSE.

DO 1 N = 1,NC

IF (X.EQ.TABLFSEC(N,1)) THEN

IF (Y.EQ.TABLFSEC(N,2)) THEN

PREC = .TRUE.

IF (VERIF2) write (io,10) n,x,y

RETURN

ENDIF

ENDIF

1 CONTINUE

RETURN

10 FORMAT (/, ' Centre déjà défini - calcul n° : ',I4,/,

1' Centres (X , Y) = ',2F8.2,/)

END

C

C-----

```
REAL FUNCTION DELTAFS (FS1,FS2)
  DELTAFS = ((FS2-FS1)/FS1)*100
END
```

C-----

```
SUBROUTINE CALCMOUV (CAS, LONG, DIR)
```

```
C
C-- Sous routine définissant la LONGueur et la DIRection de départ
C-- du mouvement de rotation autour du point pivot ; 3 CAS sont
C-- possibles ( possibilités d'en ajouter d'autres ).
```

```
INTEGER CAS
REAL LONG, DIR
```

```
$INCLUDE: 'COMMUN.FOR'
```

```
LONG = PASX
DIR = PI/2.0
```

```
IF (CAS.EQ.1) THEN
  LONG = PASX * 2.0
ELSE IF (CAS.EQ.3) THEN
  DIR = PI/4.0
ENDIF
```

```
RETURN
END
```

C

C-----

SUBROUTINE TRIEFSEC (N)

C

C-- Triage des F.S. en ordre croissant

C-- Utilisation de l'algorithme de Shell

INTEGER INTERM,I,J,K

REAL TEMP(6)

LOGICAL FINI

\$INCLUDE:'COMMUN.FOR'

INTERM = N

100 IF (INTERM.GT.1) THEN

INTERM = INTERM / 2

110 FINI = .TRUE.

DO 10 I = 1 , (N - INTERM)

J = I + INTERM

IF (TABLFSEC(I,3).GT.TABLFSEC(J,3)) THEN

DO 20 K = 1 , 6

TEMP(K) = TABLFSEC(I,K)

TABLFSEC(I,K) = TABLFSEC(J,K)

TABLFSEC(J,K) = TEMP(K)

20 CONTINUE

FINI = .FALSE.

ENDIF

10 CONTINUE

IF (.NOT.FINI) GO TO 110

GO TO 100

ENDIF

RETURN

END

C

```

C-----
SUBROUTINE RECHNORM (I,J,FIN,AUTRE)
C-----
C
C-- Sous routine de RECHerche NORMale du centre du cercle suivant
C-- une grille définie bêtement par l'usager ( Pas X,Y ; Nbr.X,Y).
C-- Si le centre du cercle minimum se trouve sur une des limites
C-- de la grille , alors poursuite éventuelle des calculs en mode
C-- automatique ( limité à 12 cercles supplémentaires maximum ) .

CHARACTER*1 SAUT
CHARACTER*64 NOMOUT
INTEGER I,J,IN,IO
LOGICAL FIN,AUTRE

COMMON/FICH/ IN,IO,NLIGN,NPAGE,SAUT,NOMOUT
COMMON/MINIFS/ FSMIN,XCMIN,YCMIN

$INCLUDE:'COMMUN.FOR'

IF (VERIF2) write (io,100) i,j

IF (I.EQ.NBX) THEN
  I = 1
  J = J + 1
  YCN = YCN - PASY
  XCN = XC
ELSE
  XCN = XCN + PASX
  I = I + 1
ENDIF

IF (VERIF2) write (io,100) i,j

IF (J.GT.NBY) THEN
  XLIM = ((NBX - 1) * PASX) + XC
  YLIM = YC - ((NBY - 1) * PASY)
  IF ((XCMIN.EQ.XC.OR.XCMIN.EQ.XLIM).OR.
1 (YCMIN.EQ.YC.OR.YCMIN.EQ.YLIM)) THEN
C
C < initialisation pour recherche automatique >
  AUTRE= .TRUE.
  WRITE (IO,110)
  nline = nline + 2
ELSE
  FIN = .TRUE.
  WRITE (IO,120)
  nline = nline + 2
ENDIF
ENDIF

100 FORMAT (' INDICES I,J : ',2I4,/)
110 FORMAT ('/, ' Centre du cerle minimum sur les limites ',
1 'de la grille')
120 FORMAT ('/, ' Centre du cercle mini. a l''intérieur de la grille')

RETURN
END
C

```

```

-----
subroutine rech2min (nmaxtg,ntgb,ntgo)
c -----
c < Recherche des minimums (Bishop et Ordinaire) >
c < Pour toutes les tangentes >
c < Avec identification du cercle correspondant >

real mingen

common /minim/ tablmin (4,4,2), mingen (4,2)

mingen(1,1) = 100.0
mingen(1,2) = 100.0

do 10 k=1,2
  do 20 i=1,nmaxtg
    if (tablmin(i,1,k).lt.mingen(1,k)) then
      mingen(1,k) = tablmin(i,1,k)
      mingen(2,k) = tablmin(i,2,k)
      mingen(3,k) = tablmin(i,3,k)
      mingen(4,k) = tablmin(i,4,k)
      if (k.eq.1) ntgb = i
      if (k.eq.2) ntgo = i
    endif
  20 continue
10 continue

return
end

```

```

-----
SUBROUTINE CHGTABL (n,fs,r,nc,nt)
c -----
c Chargement des valeurs obtenues dans la table

character*1 saut
character*64 nomout

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
#include:'commun.for'

tablsec(n,1) = xcn
tablsec(n,2) = ycn
tablsec(n,3) = fs
tablsec(n,4) = float(nc)
tablsec(n,5) = float(nt)
tablsec(n,6) = r

return
END

```

c


```

c-----
      subroutine impecran
c-----
c      Ecriture à l'écran durant les calculs pour tenir l'utilisateur
c      au courant de la progression du travail .
c
      common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
      common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
c
      if (nhoriz.eq.0) then
         write(1,110) ncerc,xpfix,ypfix
      else
         write(1,100) ntang,nhoriz,ncerc
      endif

100 format(/5x,'CALCUL AVEC LA TANG. N°.: 'i2,' DE 'i2,5x,
1'POUR LE CERCLE N°.: 'i2,/)
110 format(/5x,'CALCUL AVEC LE CERCLE N°.: 'i2,5x,
1'(Passant par :',f8.2,' , ',f7.2,')')
c
      return
      end
c

```


C

\$title:'Fichier : IMPRIMER.FOR'

```
C#####
C#
C#   REGROUPE TOUTES LES SOUS-ROUTINES D'IMPRESSION
C#
C#   ENTETE      IMPECRAN    DATEHEUR    IMPMINTG
C#   IMPTOMIN    AFFITITR    PAGINE     AFFITRIE
C#   TITRESU
C#
C#####
```

subroutine entete (nprob,info,syst)

```
C-----
C   Ecriture , sur une nouvelle page , d'une entete pour
C   les résultats des calculs sur chacune des tangentes .

C   character#80 nprob,info
C   character#64 nomout
C   character#2  syst
C   character #1 saut

C
C   common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

C
C   write (io,100) saut
C   write (io,101)
C   nlign = 1

C
C   call dateheur
C   call affititr

C
C   write (io,108) nprob,info
C   write (io,140)
C   if (syst.eq.'im'.OR.syst.eq.'IN') then
C       write (io,8000)
C   else
C       write (io,8002)
C   endif

C
C   nlign = nlign + 11

C
100 format (a)
101 format (//)
102 format (//)
108 format (/ ,1x,a78,/1x,78a,/)
140 format (/ ,'NCERC NTANG PROF(TG) RAYON (X)CENTRE (Y)CENTRE',
1' FS(BISHOP) FS(ORD.)')
8000 format ('          (pi)      (pi)      (pi)      (pi)',/)
8002 format ('          (m)      (m)      (m)      (m)',/)
return
end
```

C

C-----

SUBROUTINE DATEHEUR

C -----
C Sous routine pour imprimer la date et l'heure sur
C un fichier de sortie
C Cette sous-routine appelée à chaque saut de page permet
C aussi l'écriture du nom du fichier et de la pagination.

INTEGER IN, IO, IHE, IMI, ISE, ICS, IAN, IMD, IJO
CHARACTER *10 MOIS(12)
CHARACTER *64 NOMOUT
character *1 saut

COMMON/FICH/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

MOIS(1) = ' JANVIER'
MOIS(2) = ' FEVRIER'
MOIS(3) = ' MARS'
MOIS(4) = ' AVRIL'
MOIS(5) = ' MAI'
MOIS(6) = ' JUIN'
MOIS(7) = ' JUILLET'
MOIS(8) = ' AOUT '
MOIS(9) = 'SEPTEMBRE'
MOIS(10) = ' OCTOBRE'
MOIS(11) = 'NOVEMBRE'
MOIS(12) = 'DECEMBRE'

CALL GETTIM (IHE,IMI,ISE,ICS)
CALL GETDAT (IAN,IMD,IJO)

WRITE (io,100) IJO,MOIS(IMD),IAN,IHE,IMI,NOMOUT,NPAGE
nlign = nlign + 1
npage = npage + 1

C Comptabilisation du nombre de pages imprimées

100 FORMAT (1X,'Le ',I2,2X,A,2X,I4,2X,'à ',I2,' H. ',I2,
14x,'--',4x,A18,'PAGE ',I2)

RETURN
END

C

```

C-----
SUBROUTINE AFFITITR
C -----
C Sous routine d'AFFichage des lignes TITRe

character #1 saut
character #64 nomout

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

WRITE (IO,100)
nlign = nlign + 5

100 FORMAT (/,7x,'Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabi',
1'lités de pentes',/,7x,'-----',
2'-----',/,9x,'M E T H O D E   D E   B I S',
3' H O P   S I M P L I F I E E',/,7x,'--- stabept -- ',
4'ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---',/)

RETURN
END

```

```

C-----
SUBROUTINE PAGINE (nimpr,indic)

C Sous routine pour la pagination des sorties
c L'INDICateur mis a 1 permet de réécrire , s'il y a lieu ,
c certaines lignes titre sur la nouvelle page .

CHARACTER #1 SAUT
CHARACTER #64 NOMOUT

COMMON/FICH/ IN,IO,NLIGN,NPAGE,SAUT,NOMOUT

N = 63 - nimpr

IF ( nlign .GE. N ) THEN
write (io,10) saut
write (io,15)
call dateheur
nlign = 3
indic = 1
ELSE
nlign = nlign + nimpr
indic = 0
ENDIF

10 FORMAT (A)
15 FORMAT (//)

RETURN
END

```

C

```

-----
c      subroutine imptomin (nprob,info,ntgb,ntgo,syst,nbc,idc)
c      -----
c      < Impression finale des minimums bishop (BISHOP et ORDINAIRE) >
c      cas de plusieurs tangentes
c      < Avec identification des cercles correspondants >

integer      ntgb,ntgo,nbc,idc
character#1  saut
character#2  syst,unit
character#80  nprob,info
character#64  nomout
real         mingen

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/minim/tablmin(4,4,2),mingen(4,2)

if (syst.eq.'im'.OR.syst.eq.'IM') then
  unit = 'pi'
else
  unit = ' m'
endif

call titresu (nprob,info,nbc,idc)

write (io,142) mingen(1,1)
write (io,146) tang(ntgb),unit
write (io,144) mingen(4,1),unit,mingen(2,1),mingen(3,1)
write (io,145) mingen(1,2)
write (io,146) tang(ntgo),unit
write (io,144) mingen(4,2),unit,mingen(2,2),mingen(3,2)
c
142 format (//,9x,'F.S. MINIMUM (Bishop) =',f7.3,/,9x,
1'----- *****')
144 format (9x,'Rayon = ',f7.1,1x,A2,' ; X , Y = (',2f7.1,' )')
145 format (//,9x,'F.S. MINIMUM (Ordin.) =',f7.3,/,9x,
1'----- *****')
146 format (9x,'CERCLE TANGENT A LA PROFONDEUR : ',f7.1,2x,A2)
c
  return
end
c

```

```

-----
SUBROUTINE TITRESU (nprob,info,nbc,fdc)
c -----
c Sous routine d'affichage pour les résultats globaux.
c Synthèse des différentes conditions de calcul pour
c permettre une feuille résultat aussi complète que possible.
c La variable IDC (Indice de Définition des Cercles) permet de
c savoir dans quelles conditions le F.S.MIN. a été trouvé .

common/gen/ nhoriz,nsect,nstrat,ligne,nptcu,nslice,ncerc,ru,s1,s2
common/prof/ tang(4),xpfix,ypfix,ntang
common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout

character*80 nprob,info
character*64 nomout
character*1 saut

write (io,100) saut
write (io,105)
call dateheur
call affititr
write (io,110)
write (io,115)
write (io,120) nprob,info

if (nhoriz.eq.0) then
  write (io,130) xpfix,ypfix
else if (nhoriz.eq.1) then
  write (io,135) tang(1)
else
  write (io,140) (tang(i),i=1,nhoriz)
endif

if (fdc.eq.1) then
  write (io,200) nbc
else
  write (io,210) nbc
  if (fdc.eq.2) then
    write (io,220)
  else if (fdc.eq.3) then
    write (io,230)
  else if (fdc.eq.4) then
    write (io,240)
  else
    write (io,250)
  endif
endif
endif
c

```

```

-----
SUBROUTINE AFFITRIE (nb,nmaxtg)
c -----
c AFFichage des facteurs de sécurité TRIés en ordre croissant
c Maximum de 10 cercles critiques imprimés
c Appelle la sous-routine de trie 'TRIEFSEC'
c Controle de l'impression des n° de tangente (fonct.nmaxtg)

character*1 saut
character*64 nomout

common/fich/ in,io,nlign,npage,saut,nomout
#include:'commun.for'

call triefsec (nb)

write (io,15)
write (io,20)

if (nb.gt.10) then
  nb = 10
  write (io,25)
endif

if (nmaxtg.eq.1) then
  write (io,32)
else
  write (io,30)
endif

DO 5 I = 1 , NB
  if (nmaxtg.eq.1) then
    write (io,52) tablfsec(i,3),tablfsec(i,1),tablfsec(i,2),
1      tablfsec(i,6),ifix(tablfsec(i,4))
  else
    write (io,50) tablfsec(I,3),tablfsec(I,1),tablfsec(I,2),
1      tablfsec(I,6),ifix(tablfsec(I,4)),
2      ifix(tablfsec(I,5))
  endif
5 CONTINUE

write (io,10) saut
nline = 0

10 format (a)
15 format (///)
20 format (10x,'FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT',
1/,10x,'=====')
25 format (14x,'(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)')
30 format (/, ' FSC XCENTRE YCENTRE RAYON N°CERC',
1' N°TANG ',/)
32 format (/,11x,'FSC XCENTRE YCENTRE RAYON N°CERC',/)
50 format (2x,F8.3,2x,F8.2,2x,F8.2,3x,F7.2,4x,15,4x,16)
52 FORMAT (7x,F8.3,2x,F8.2,2x,F8.2,3x,F7.2,4x,15)
RETURN
END

```

c Sous-routine TITRESU suite

```
100 format (a)
105 format (//)
110 format (//,25x,'#####',
1      /,25x,'* R E S U L T A T S *',
2      /,25x,'#####')
115 format (/,' CAS ETUDIE :',/,',', '#####')
120 format (/1x,A78,/,1X,A78)
130 format (/,' Tous les cercles passent par le point : ',
1f6.1,' ',',',f6.1,/)
135 format (/,' Tous les cercles sont tangents à la profondeur ',
1f7.1,/)
140 format (/,' Tous les cercles tangents aux profondeurs :',
14(f7.1),/)
200 format (' APRES ',i4,' CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTO',
1'MATRIQUE ON TROUVE :',/,',', '#####',
2'#####',//)
210 format (' APRES ',i4,' CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE',
1' ON TROUVE :',/,',', '#####',
2'#####')
220 format (' ( NOTE : Le cercle minimum se trouve à l''intérieur ',
1'des limites de la grille )',//)
230 format (' ( NOTE : Le cercle minimum se trouve sur les li',
1'mites de la grille )',//)
240 format (' ( NOTE : Poursuite en recherche automatique après ',
1'avoir trouvé ',/,',', le cercle minimum sur les limites',
2' de la grille )',//)
250 format (' ( NOTE : Poursuite (pour certaines tang.) en ',
1'recherche automatique ',/,',', ( à cause du cercle min.',
2' sur les limites de la grille )',//)
```

RETURN

END

c


```

C      FICHER COMMUN.FOR
C      -----
C--   Fichier < non exécutable > contenant les blocks 'COMMON'
C--   appelés par plusieurs sous routines ( + le programme
C--   principal ) . Ce fichier contient aussi les déclarations
C--   de variables correspondantes .

      LOGICAL  VERIF1,VERIF2
      INTEGER  NBX,NBY,NCMAX
      REAL     XC, YC, XCN, YCN, PASX, PASY, PI, TABLFSEC, ECART

      COMMON/CERCLE/  XC, YC, PASX, PASY, XCN, YCN, NBX, NBY, ECART
      COMMON/VERIFI/  VERIF1, VERIF2
      COMMON/CONSTE/  PI, NCMAX
      COMMON/TRIE/    TABLFSEC(200,6)

C      ATTENTION la dimension i de TABLFSEC doit etre >= à MAXC
C      ---- MAXC initialisé dans la sous-routine INITPROG ----

```

Annexe E1inp

```
STAAPT essai-1 : premier exemple de calcul
D. J. P. Faye      * EPT *
'im'  1    1    4    6    0    4    0.    0.
40.  80.  5    5    2.    2.
46.
-50.  65.  65.  72.3  60.  57.5  46.9  40.3  32.
40.  65.  65.  72.3  60.  57.5  46.9  40.3  32.
55.4  60.  60.  60.  60.  57.5  46.9  40.3  32.
250.  60.  60.  60.  60.  57.5  46.9  40.3  32.
1    615.  31.  123.5  'sable'
2    -1.   0.   90.   'argile'
3    -1.   0.   89.7  'argile'
4    -1.   0.   84.   'argile'
5    -1.   0.   87.   'argile'
60.  750.  56.  260.  51.8  260.  32.  520.
```

fichier des données de L'exemple 1 (normale)

```
STAAPT essai-1 : premier exemple de calcul
D. J. P. Faye      * EPT *
'IM'  0    1    4    6    0    4    0.    0.
40.  80.  2.  1.
46.
-50.  65.  65.  72.3  60.  57.5  46.9  40.3  32.
40.  65.  65.  72.3  60.  57.5  46.9  40.3  32.
55.4  60.  60.  60.  60.  57.5  46.9  40.3  32.
200.  60.  60.  60.  60.  57.5  46.9  40.3  32.
1    615.  31.  123.5  'sable'
2    -1.   0.   90.   'argile'
3    -1.   0.   89.7  'argile'
4    -1.   0.   84.   'argile'
5    -1.   0.   87.   'argile'
60.  750.  56.  260.  51.8  260.  32.  520.
```

fichier des données de L'exemple 1 (automatique)

Annexe E 1 out

Sorties de L'exemple 1

Fichier des données : try1.dat

Fichier des sorties : try1.sor

Le 5 JUIN 1986 à 17 H. 46 -- try1.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- staept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul

D. J. P. Faye * EPT *

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites	1
Nombre de sections verticales	4
Nombre de frontières entre sols	6
Nombres de lignes équipressions	0
Nombre de points définissant la cohésion	4

Coefficients sismiques s1= .000
s2= .000

*** SYSTEME IMPERIAL *** Livre - pied

Cercles définies suivant une grille

Centre de départ (x,y) = 40.0 80.0
5 centres espacés de 2.0 pi en X
5 centres espacés de 2.0 pi en Y

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 46.0,

GEOMETRIE

sections	-50.0	40.0	55.4	250.0
fissuration	65.0	65.0	60.0	60.0
eau-fissure	65.0	65.0	60.0	60.0
frontière 1	72.3	72.3	60.0	60.0
frontière 2	60.0	60.0	60.0	60.0
frontière 3	57.5	57.5	57.5	57.5
frontière 4	46.9	46.9	46.9	46.9
frontière 5	40.3	40.3	40.3	40.3
frontière 6	32.0	32.0	32.0	32.0

AE3

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION lb/pi2	FROTTEMENT DEG.	DENSITE lb/pi3	DESCRIPT*
1	615.0	31.0	123.5	sable
2	-1.0	.0	90.0	argile
3	-1.0	.0	89.7	argile
4	-1.0	.0	84.0	argile
5	-1.0	.0	87.0	argile

COHESION NON DRAINEE vs PROFONDEUR

profondeur	cohésion
60.0	750.0
56.0	260.0
51.8	260.0
32.0	520.0

AE4

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- staept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul

D. J. P. Faye * EPT *

NCERC	NTANG	PROF(TG) (pi)	RAYON (pi)	(X)CENTRE (pi)	(Y)CENTRE (pi)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	46.0	34.0	40.0	80.0	1.411	1.418
2	1	46.0	34.0	42.0	80.0	1.362	1.373
3	1	46.0	34.0	44.0	80.0	1.329	1.342
4	1	46.0	34.0	46.0	80.0	1.312	1.326
5	1	46.0	34.0	48.0	80.0	1.310	1.324
6	1	46.0	32.0	40.0	78.0	1.409	1.418
7	1	46.0	32.0	42.0	78.0	1.356	1.369
8	1	46.0	32.0	44.0	78.0	1.322	1.337
9	1	46.0	32.0	46.0	78.0	1.303	1.320
10	1	46.0	32.0	48.0	78.0	1.299	1.316
11	1	46.0	30.0	40.0	76.0	1.414	1.426
12	1	46.0	30.0	42.0	76.0	1.356	1.371
13	1	46.0	30.0	44.0	76.0	1.317	1.335
14	1	46.0	30.0	46.0	76.0	1.296	1.316
15	1	46.0	30.0	48.0	76.0	1.291	1.311
16	1	46.0	28.0	40.0	74.0	1.423	1.438
17	1	46.0	28.0	42.0	74.0	1.358	1.377
18	1	46.0	28.0	44.0	74.0	1.315	1.338
19	1	46.0	28.0	46.0	74.0	1.292	1.316
20	1	46.0	28.0	48.0	74.0	1.286	1.310
21	1	46.0	26.0	40.0	72.0	1.438	1.459
22	1	46.0	26.0	42.0	72.0	1.364	1.390
23	1	46.0	26.0	44.0	72.0	1.316	1.346
24	1	46.0	26.0	46.0	72.0	1.290	1.321
25	1	46.0	26.0	48.0	72.0	1.284	1.315

Centre du cercle minimum sur les limites de la grille

Pas de continuation en recherche automatique

AES

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

R E S U L T A T S #

CAS ETUDIE :

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul
D. J. P. Faye # EPT #

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 46.0

APRES 25 CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE ON TROUVE :

(NOTE : Le cercle minimum se trouve sur les limites de la grille)

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.284
----- *****
Rayon = 26.0 pi ; X , Y = (48.0 72.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.310
----- *****
Rayon = 28.0 pi ; X , Y = (48.0 74.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT

=====

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.284	48.00	72.00	26.00	25
1.286	48.00	74.00	28.00	20
1.290	46.00	72.00	26.00	24
1.291	48.00	76.00	30.00	15
1.292	46.00	74.00	28.00	19
1.296	46.00	76.00	30.00	14
1.299	48.00	78.00	32.00	10
1.303	46.00	78.00	32.00	9
1.310	48.00	80.00	34.00	5
1.312	46.00	80.00	34.00	4

A.E.G

Le 5 JUIN 1986 à 18 H. 2 -- tryla.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul
 D. J. P. Faye * EPT *

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites	1
Nombre de sections verticales	4
Nombre de frontières entre sols	6
Nombres de lignes équipressions	0
Nombre de points définissant la cohésion	4

Coefficients sismiques s1= .000
 s2= .000

*** SYSTEME IMPERIAL *** Livre - pied

Recherche automatique du cercle critique

Centre de départ (x,y) = 40.0 80.0
 Pas de rotation autour du pivot = 2.0 pi
 Ecart pour changement de pivot = -1.0 %

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 46.0,

GEOMETRIE

sections	-50.0	40.0	55.4	200.0
fissuration	65.0	65.0	60.0	60.0
eau-fissure	65.0	65.0	60.0	60.0
frontière 1	72.3	72.3	60.0	60.0
frontière 2	60.0	60.0	60.0	60.0
frontière 3	57.5	57.5	57.5	57.5
frontière 4	46.9	46.9	46.9	46.9
frontière 5	40.3	40.3	40.3	40.3
frontière 6	32.0	32.0	32.0	32.0

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION lb/pi2	FROTTEMENT DEG.	DENSITE lb/pi3	DESCRIPT*
1	615.0	31.0	123.5	sable
2	-1.0	.0	90.0	argile
3	-1.0	.0	89.7	argile
4	-1.0	.0	84.0	argile
5	-1.0	.0	87.0	argile

COHESION NON DRAINEE vs PROFONDEUR

profondeur	cohésion
60.0	750.0
56.0	260.0
51.8	260.0
32.0	520.0

A E 8

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul
D. J. P. Faye † EPT †

NCERC	NTANG	PROF (TG) (pi)	RAYON (pi)	(X)CENTRE (pi)	(Y)CENTRE (pi)	FS (BISHOP)	FS (ORD.)
1	1	46.0	34.0	40.0	80.0	1.411	1.418
2	1	46.0	34.0	44.0	80.0	1.329	1.342
3	1	46.0	34.0	48.0	80.0	1.310	1.324
4	1	46.0	34.0	52.0	80.0	1.340	1.352
5	1	46.0	30.0	48.0	76.0	1.291	1.311
6	1	46.0	30.0	52.0	76.0	1.327	1.344
7	1	46.0	26.0	48.0	72.0	1.284	1.315
8	1	46.0	30.0	44.0	76.0	1.317	1.335
9	1	46.0	30.0	50.0	76.0	1.301	1.320
10	1	46.0	28.0	48.0	74.0	1.286	1.310
11	1	46.0	30.0	46.0	76.0	1.296	1.316
12	1	46.0	32.0	48.0	78.0	1.299	1.316
13	1	46.0	31.0	49.0	77.0	1.298	1.315
14	1	46.0	29.0	49.0	75.0	1.291	1.313
15	1	46.0	29.0	47.0	75.0	1.286	1.308
16	1	46.0	31.0	47.0	77.0	1.294	1.312

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- staept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* R E S U L T A T S *

CAS ETUDIE :

STAEPT essai-1 : premier exemple de calcul
D. J. P. Faye * EPT *

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 46.0

APRES 16 CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTOMATIQUE ON TROUVE :

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.284
----- *****
Rayon = 26.0 pi ; X , Y = (48.0 72.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.308
----- *****
Rayon = 29.0 pi ; X , Y = (47.0 75.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.284	48.00	72.00	26.00	7
1.286	48.00	74.00	28.00	10
1.286	47.00	75.00	29.00	15
1.291	48.00	76.00	30.00	5
1.291	49.00	75.00	29.00	14
1.294	47.00	77.00	31.00	16
1.296	46.00	76.00	30.00	11
1.298	49.00	77.00	31.00	13
1.299	48.00	78.00	32.00	12
1.301	50.00	76.00	30.00	9

Annexe E2inp

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE

D. J. P. Faye ** E P T **

'M1' 1 0 8 2 8 0 0.0 0.0

30. 90. 7 2 4. 4.

12.5 74.0

0. 74. 74. 74. 42.

15. 74. 74. 74. 42.

18. 74. 74. 74. 42.

30. 68. 68. 68. 42.

44. 61. 61. 61. 42.

52. 57. 57. 57. 42.

58. 56.5 56.5 56.5 42.

67. 56.5 56.5 56.5 42.

1 9.81 27.1 19.62 'sable'

0. 71.3 69. 67. 66. 65. 64. 61.7 60.

15. 69.5 68. 66. 64.5 63.3 61.7 60. 58.3

18. 69. 67.5 65.3 63.7 62.3 60.7 59.5 57.5

30. 65.5 63. 61. 59.5 57.7 56.5 54.7 52.7

44. 60. 57.7 55.5 54. 52. 50.3 48.3 46.3

52. 57. 54.5 53. 51.5 50. 48. 46. 43.7

58. 56. 53.5 52. 50.5 49. 47. 45. 42.7

67. 56. 53.5 52. 50.5 49. 47. 45. 42.7

0. 19.62 39.24 58.86 78.48 98.1 117.72 137.34

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE

D. J. P. Faye ** E P T **

'M1' 0 0 8 2 8 0 0.0 0.0

30. 90. 4. 0.

12.5 74.0

0. 74. 74. 74. 42.

15. 74. 74. 74. 42.

18. 74. 74. 74. 42.

30. 68. 68. 68. 42.

44. 61. 61. 61. 42.

52. 57. 57. 57. 42.

58. 56.5 56.5 56.5 42.

67. 56.5 56.5 56.5 42.

1 9.81 27.1 19.62 'sable'

0. 71.3 69. 67. 66. 65. 64. 61.7 60.

15. 69.5 68. 66. 64.5 63.3 61.7 60. 58.3

18. 69. 67.5 65.3 63.7 62.3 60.7 59.5 57.5

30. 65.5 63. 61. 59.5 57.7 56.5 54.7 52.7

44. 60. 57.7 55.5 54. 52. 50.3 48.3 46.3

52. 57. 54.5 53. 51.5 50. 48. 46. 43.7

58. 56. 53.5 52. 50.5 49. 47. 45. 42.7

67. 56. 53.5 52. 50.5 49. 47. 45. 42.7

0. 19.62 39.24 58.86 78.48 98.1 117.72 137.34

Annexe E2 out

Sorties de L'exemple 2

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	.0	15.0	18.0	30.0	44.0	52.0	58.0	67.0
ligne 1	71.3	69.5	69.0	65.5	60.0	57.0	56.0	56.0
ligne 2	69.0	68.0	67.5	63.0	57.7	54.5	53.5	53.5
ligne 3	67.0	66.0	65.3	61.0	55.5	53.0	52.0	52.0
ligne 4	66.0	64.5	63.7	59.5	54.0	51.5	50.5	50.5
ligne 5	65.0	63.3	62.3	57.7	52.0	50.0	49.0	49.0
ligne 6	64.0	61.7	60.7	56.5	50.3	48.0	47.0	47.0
ligne 7	61.7	60.0	59.5	54.7	48.3	46.0	45.0	45.0
ligne 8	60.0	58.3	57.5	52.7	46.3	43.7	42.7	42.7

valeurs des pressions sur les lignes équipressions

ligne	pression
1	.0
2	19.6
3	39.2
4	58.9
5	78.5
6	98.1
7	117.7
8	137.3

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE
 D. J. P. Faye ## E P T ##

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	66.3	23.7	30.0	90.0	2.008	1.937
2	1	63.2	26.8	34.0	90.0	1.594	1.505
3	1	59.9	30.1	38.0	90.0	1.336	1.228
4	1	56.4	33.6	42.0	90.0	1.136	1.013
5	1	52.9	37.1	46.0	90.0	1.094	.919
6	1	49.2	40.8	50.0	90.0	1.232	.946
7	1	45.5	44.5	54.0	90.0	1.477	1.052
8	1	64.8	21.2	30.0	86.0	1.792	1.681
9	1	61.4	24.6	34.0	86.0	1.466	1.332
10	1	57.8	28.2	38.0	86.0	1.237	1.083
11	1	54.2	31.8	42.0	86.0	1.085	.907
12	1	50.4	35.6	46.0	86.0	1.144	.879
13	1	46.6	39.4	50.0	86.0	1.352	.954
14	1	42.8	43.2	54.0	86.0	1.732	1.188

Centre du cercle minimum sur les limites de la grille
 Pas de continuation en recherche automatique

AE 15

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* R E S U L T A T S *

CAS ETUDIE :

STAAPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE
D. J. P. Faye ** E P T **

Tous les cercles passent par le point : 12.5 , 74.0

APRES 14 CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE ON TROUVE :

(NOTE : Le cercle minimum se trouve sur les limites de la grille)

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.085
----- *****
Rayon = 31.8 m ; X , Y = (42.0 86.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = .879
----- *****
Rayon = 35.6 m ; X , Y = (46.0 86.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.085	42.00	86.00	31.85	11
1.094	46.00	90.00	37.12	5
1.136	42.00	90.00	33.56	4
1.144	46.00	86.00	35.58	12
1.232	50.00	90.00	40.77	6
1.237	38.00	86.00	28.18	10
1.336	38.00	90.00	30.10	3
1.352	50.00	86.00	39.37	13
1.466	34.00	86.00	24.62	9
1.477	54.00	90.00	44.48	7

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE
D. J. P. Faye ** E P T **

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 0
Nombre de sections verticales 8
Nombre de frontières entre sols 2
Nombres de lignes équipressions 8
Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sismiques s1= .000
 s2= .000

**** SYSTEME METRIQUE **** kilo-Newton - mètre

Recherche automatique du cercle critique

Centre de départ (x,y) = 30.0 90.0
Pas de rotation autour du pivot = 4.0 m
Ecart pour changement de pivot = .0 %

TOUS LES CERCLES PASSENT PAR LE POINT (12.5, 74.0)

GOMETRIE

sections	.0	15.0	18.0	30.0	44.0	52.0	58.0	67.0
fissuration	74.0	74.0	74.0	68.0	61.0	57.0	56.5	56.5
eau-fissure	74.0	74.0	74.0	68.0	61.0	57.0	56.5	56.5
frontière 1	74.0	74.0	74.0	68.0	61.0	57.0	56.5	56.5
frontière 2	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION kpa	FROTTEMENT DEG.	DENSITE kN/m3	DESCRIPT*
1	9.8	27.1	19.6	sable

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	.0	15.0	18.0	30.0	44.0	52.0	58.0	67.0
ligne 1	71.3	69.5	69.0	65.5	60.0	57.0	56.0	56.0
ligne 2	69.0	68.0	67.5	63.0	57.7	54.5	53.5	53.5
ligne 3	67.0	66.0	65.3	61.0	55.5	53.0	52.0	52.0
ligne 4	66.0	64.5	63.7	59.5	54.0	51.5	50.5	50.5
ligne 5	65.0	63.3	62.3	57.7	52.0	50.0	49.0	49.0
ligne 6	64.0	61.7	60.7	56.5	50.3	48.0	47.0	47.0
ligne 7	61.7	60.0	59.5	54.7	48.3	46.0	45.0	45.0
ligne 8	60.0	58.3	57.5	52.7	46.3	43.7	42.7	42.7

valeurs des pressions sur les lignes équipressions

ligne	pression
1	.0
2	19.6
3	39.2
4	58.9
5	78.5
6	98.1
7	117.7
8	137.3

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE
 D. J. P. Faye *** E P T ***

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	66.3	23.7	30.0	90.0	2.008	1.937
2	1	59.9	30.1	38.0	90.0	1.336	1.228
3	1	52.9	37.1	46.0	90.0	1.094	.919
4	1	45.5	44.5	54.0	90.0	1.477	1.052
5	1	47.6	34.4	46.0	82.0	1.279	.895
6	1	56.8	41.2	46.0	98.0	1.144	1.067
7	1	49.2	40.8	50.0	90.0	1.232	.946
8	1	50.4	35.6	46.0	86.0	1.144	.879
9	1	56.4	33.6	42.0	90.0	1.136	1.013
10	1	55.0	39.0	46.0	94.0	1.094	.981
11	1	51.9	41.1	49.0	93.0	1.152	.960
12	1	48.3	38.7	49.0	87.0	1.253	.920
13	1	53.8	33.2	43.0	87.0	1.078	.905
14	1	46.4	40.6	51.0	87.0	1.379	.976
15	1	48.1	30.9	43.0	79.0	1.269	.888
16	1	61.0	26.0	35.0	87.0	1.430	1.304
17	1	58.0	37.0	43.0	95.0	1.208	1.122
18	1	50.1	36.9	47.0	87.0	1.161	.893
19	1	51.2	31.8	43.0	83.0	1.114	.849
20	1	57.5	29.5	39.0	87.0	1.210	1.064
21	1	56.1	34.9	43.0	91.0	1.115	.997
22	1	49.0	35.0	46.0	84.0	1.191	.868
23	1	54.7	29.3	40.0	84.0	1.119	.924
24	1	58.2	31.8	40.0	90.0	1.227	1.112

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* RESULTATS *

CAS ETUDIE :

STAEPT essai-2 : Glissement de terrain de Logaden en SUEDE
D. J. P. Faye ** E P T **

Tous les cercles passent par le point : 12.5 , 74.0

APRES 24 CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTOMATIQUE ON TROUVE :

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.078
----- *****
Rayon = 33.2 m ; X , Y = (43.0 87.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = .849
----- *****
Rayon = 31.8 m ; X , Y = (43.0 83.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.078	43.00	87.00	33.15	13
1.094	46.00	90.00	37.12	3
1.094	46.00	94.00	39.02	10
1.114	43.00	83.00	31.80	19
1.115	43.00	91.00	34.92	21
1.119	40.00	84.00	29.26	23
1.136	42.00	90.00	33.56	9
1.144	46.00	98.00	41.21	6
1.144	46.00	86.00	35.58	8
1.152	49.00	93.00	41.15	11

STAEPT Essai-3 :stabilité de talus aval de barrage

D. J. P. Faye *** EPT ***

'm2' 1 1 9 4 4 0 0. 0.

130. 146. 6 5 4. 4.

50.

25. 120. 120. 120. 96. 96. 50.
31. 124. 124. 124. 110. 110. 50.
38.5 127. 127. 127. 127. 123.5 50.
48. 127. 127. 127. 127. 116. 50.
60. 121. 121. 121. 99. 99. 50.
73. 114. 114. 114. 71. 71. 50.
82. 109.5 109.5 109.5 50. 50. 50.
110. 95. 95. 95. 50. 50. 50.
200. 50. 50. 50. 50. 50. 50.
1 0. 38.7 2. 'enrochement'
2 2.4 26.6 2. 'argile'
3 2.4 26.6 1.9 'argile'
25. 120. 118. 114. 108.5
31. 124. 118. 114. 108.5
38.5 123.5 116. 111. 104.5
48. 116.5 109. 101. 94.5
60. 99. 93. 86. 79.
73. 71. 68. 63. 59.
82. 50. 50. 50. 50.
110. 50. 50. 50. 50.
200. 50. 50. 50. 50.
0. .5 1. 1.5

Annexe E3inp

STAEPT Essai-3 :stabilité de talus aval de barrage

D. J. P. Faye *** EPT ***

'm2' 0 1 9 4 4 0 0. 0.

130. 140. 2. 0.

50.

25. 120. 120. 120. 96. 96. 50.
31. 124. 124. 124. 110. 110. 50.
38.5 127. 127. 127. 127. 123.5 50.
48. 127. 127. 127. 127. 116. 50.
60. 121. 121. 121. 99. 99. 50.
73. 114. 114. 114. 71. 71. 50.
82. 109.5 109.5 109.5 50. 50. 50.
110. 95. 95. 95. 50. 50. 50.
200. 50. 50. 50. 50. 50. 50.
1 0. 38.7 2. 'enrochement'
2 2.4 26.6 2. 'argile'
3 2.4 26.6 1.9 'argile'
25. 120. 118. 114. 108.5
31. 124. 118. 114. 108.5
38.5 123.5 116. 111. 104.5
48. 116.5 109. 101. 94.5
60. 99. 93. 86. 79.
73. 71. 68. 63. 59.
82. 50. 50. 50. 50.
110. 50. 50. 50. 50.
200. 50. 50. 50. 50.
0. .5 1. 1.5

Annexe E3 out

Sorties de l'exemple 3

Fichier des données : try3.dat

Fichier des sorties : try3.sor

Le 5 JUIN 1986 à 18 H. 16 -- try3.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT Essai-3 : stabilité de talus aval de barrage
D. J. P. Faye *** EPT ***

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 1
Nombre de sections verticales 9
Nombre de frontières entre sols 4
Nombres de lignes équipressions 4
Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sismiques s1= .000
s2= .000

*** SYSTEME METRIQUE *** tonne - mètre

Cercles définies suivant une grille
Centre de départ (x,y) = 130.0 146.0
6 centres espacés de 4.0 m en X
5 centres espacés de 4.0 m en Y

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 50.0,

GEOMETRIE

sections	25.0	31.0	38.5	48.0	60.0	73.0	82.0	110.0	200.0
fissuration	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
eau-fissure	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
frontière 1	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
frontière 2	96.0	110.0	127.0	127.0	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
frontière 3	96.0	110.0	123.5	116.0	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
frontière 4	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

AE 23

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION t/m ²	FROTTEMENT DEG.	DENSITE t/m ³	DESCRIPT ^a
1	.0	38.7	2.0	enrochement
2	2.4	26.6	2.0	argile
3	2.4	26.6	1.9	argile

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	25.0	31.0	38.5	48.0	60.0	73.0	82.0	110.0	200.0
ligne 1	120.0	124.0	123.5	116.5	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
ligne 2	118.0	118.0	116.0	109.0	93.0	68.0	50.0	50.0	50.0
ligne 3	114.0	114.0	111.0	101.0	86.0	63.0	50.0	50.0	50.0
ligne 4	108.5	108.5	104.5	94.5	79.0	59.0	50.0	50.0	50.0

valeurs des pressions sur les lignes équipressions

ligne	pression
1	.0
2	.5
3	1.0
4	1.5

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT Essai-3 :stabilité de talus aval de barrage
 D. J. P. Faye *** EPT ***

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	50.0	96.0	130.0	146.0	2.319	1.992
2	1	50.0	96.0	134.0	146.0	2.299	1.981
3	1	50.0	96.0	138.0	146.0	2.290	1.975
4	1	50.0	96.0	142.0	146.0	2.296	1.976
5	1	50.0	96.0	146.0	146.0	2.294	1.948
6	1	50.0	96.0	150.0	146.0	2.250	1.925
7	1	50.0	92.0	130.0	142.0	2.362	2.016
8	1	50.0	92.0	134.0	142.0	2.347	2.007
9	1	50.0	92.0	138.0	142.0	2.347	2.007
10	1	50.0	92.0	142.0	142.0	2.370	1.988
11	1	50.0	92.0	146.0	142.0	2.323	1.963
12	1	50.0	92.0	150.0	142.0	2.277	1.940
13	1	50.0	88.0	130.0	138.0	2.414	2.045
14	1	50.0	88.0	134.0	138.0	2.408	2.043
15	1	50.0	88.0	138.0	138.0	2.418	2.037
16	1	50.0	88.0	142.0	138.0	2.405	2.007
17	1	50.0	88.0	146.0	138.0	2.355	1.981
18	1	50.0	88.0	150.0	138.0	2.306	1.957
19	1	50.0	84.0	130.0	134.0	2.481	2.085
20	1	50.0	84.0	134.0	134.0	2.484	2.082
21	1	50.0	84.0	138.0	134.0	2.499	2.058
22	1	50.0	84.0	142.0	134.0	2.444	2.029
23	1	50.0	84.0	146.0	134.0	2.390	2.002
24	1	50.0	84.0	150.0	134.0	2.338	1.975
25	1	50.0	80.0	130.0	130.0	2.565	2.133
26	1	50.0	80.0	134.0	130.0	2.608	2.117
27	1	50.0	80.0	138.0	130.0	2.547	2.084
28	1	50.0	80.0	142.0	130.0	2.487	2.054
29	1	50.0	80.0	146.0	130.0	2.429	2.024
30	1	50.0	80.0	150.0	130.0	2.373	1.994

Centre du cercle minimum sur les limites de la grille
 Pas de continuation en recherche automatique

AE 25

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

RESULTATS #

CAS ETUDIE :

STAAPT Essai-3 : stabilité de talus aval de barrage
D. J. P. Faye *** EPT ***

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 50.0

APRES 30 CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE ON TROUVE :

(NOTE : Le cercle minimum se trouve sur les limites de la grille)

F.S. MINIMUM (Bishop) = 2.250
----- *****
Rayon = 96.0 m ; X , Y = (150.0 146.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.925
----- *****
Rayon = 96.0 m ; X , Y = (150.0 146.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
2.250	150.00	146.00	96.00	6
2.277	150.00	142.00	92.00	12
2.290	138.00	146.00	96.00	3
2.294	146.00	146.00	96.00	5
2.296	142.00	146.00	96.00	4
2.299	134.00	146.00	96.00	2
2.306	150.00	138.00	88.00	18
2.319	130.00	146.00	96.00	1
2.323	146.00	142.00	92.00	11
2.338	150.00	134.00	84.00	24

Fichier des données : try3a.dat

Fichier des sorties : try3a.sor

Le 5 JUIN 1986 à 18 H. 19 -- try3a.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT Essai-3 : stabilité de talus aval de barrage
D. J. P. Faye *** EPT ***

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites	1
Nombre de sections verticales	9
Nombre de frontières entre sols	4
Nombres de lignes équipressions	4
Nombre de points définissant la cohésion	0

Coefficients sismiques s1= .000
s2= .000

*** SYSTEME METRIQUE *** tonne - mètre

Recherche automatique du cercle critique

Centre de départ (x,y) = 130.0 140.0
Pas de rotation autour du pivot = 2.0 m
Ecart pour changement de pivot = .0 %

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 50.0,

GEOMETRIE

sections	25.0	31.0	38.5	48.0	60.0	73.0	82.0	110.0	200.0
fissuration	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
eau-fissure	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
frontière 1	120.0	124.0	127.0	127.0	121.0	114.0	109.5	95.0	50.0
frontière 2	96.0	110.0	127.0	127.0	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
frontière 3	96.0	110.0	123.5	116.0	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
frontière 4	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

AE 27

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION t/m2	FROTTEMENT DEG.	DENSITE t/m3	DESCRIPT*
1	.0	38.7	2.0	enrochemt
2	2.4	26.6	2.0	argile
3	2.4	26.6	1.9	argile

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	25.0	31.0	38.5	48.0	60.0	73.0	82.0	110.0	200.0
ligne 1	120.0	124.0	123.5	116.5	99.0	71.0	50.0	50.0	50.0
ligne 2	118.0	118.0	116.0	109.0	93.0	68.0	50.0	50.0	50.0
ligne 3	114.0	114.0	111.0	101.0	86.0	63.0	50.0	50.0	50.0
ligne 4	108.5	108.5	104.5	94.5	79.0	59.0	50.0	50.0	50.0

valeurs des pressions sur les lignes équipressions

ligne	pression
1	.0
2	.5
3	1.0
4	1.5

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT Essai-3 :stabilité de talus aval de barrage
 D. J. P. Faye *** EPT ***

NCERC	NTANG	PROF (TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS (BISHOP)	FS (ORD.)
1	1	50.0	90.0	130.0	140.0	2.386	2.029
2	1	50.0	90.0	134.0	140.0	2.376	2.024
3	1	50.0	90.0	138.0	140.0	2.380	2.023
4	1	50.0	86.0	134.0	136.0	2.445	2.064
5	1	50.0	94.0	134.0	144.0	2.321	1.993
6	1	50.0	94.0	138.0	144.0	2.316	1.990
7	1	50.0	94.0	142.0	144.0	2.327	1.985
8	1	50.0	98.0	138.0	148.0	2.266	1.962
9	1	50.0	98.0	142.0	148.0	2.266	1.960
10	1	50.0	98.0	134.0	148.0	2.278	1.971
11	1	50.0	102.0	138.0	152.0	2.226	1.942
12	1	50.0	102.0	142.0	152.0	2.218	1.935
13	1	50.0	102.0	146.0	152.0	2.224	1.934
14	1	50.0	106.0	142.0	156.0	1.890	1.731
15	1	50.0	106.0	146.0	156.0	2.177	1.911
16	1	50.0	106.0	138.0	156.0	2.194	1.924
17	1	50.0	110.0	142.0	160.0	2.152	1.903
18	1	50.0	106.0	144.0	156.0	2.178	1.913
19	1	50.0	104.0	142.0	154.0	2.199	1.925
20	1	50.0	106.0	140.0	156.0	2.187	1.921
21	1	50.0	108.0	142.0	158.0	2.166	1.909
22	1	50.0	107.0	143.0	157.0	2.171	1.910
23	1	50.0	105.0	143.0	155.0	2.188	1.919
24	1	50.0	105.0	141.0	155.0	1.902	1.743
25	1	50.0	107.0	141.0	157.0	2.176	1.915

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* R E S U L T A T S *

CAS ETUDIE :

STAAPT Essai-3 :stabilité de talus aval de barrage
D. J. P. Faye *** EPT ***

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 50.0

APRES 25 CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTOMATIQUE ON TROUVE :

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.890
----- *****
Rayon = 106.0 m ; X , Y = (142.0 156.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.731
----- *****
Rayon = 106.0 m ; X , Y = (142.0 156.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.890	142.00	156.00	106.00	14
1.902	141.00	155.00	105.00	24
2.152	142.00	160.00	110.00	17
2.166	142.00	158.00	108.00	21
2.171	143.00	157.00	107.00	22
2.176	141.00	157.00	107.00	25
2.177	146.00	156.00	106.00	15
2.178	144.00	156.00	106.00	18
2.187	140.00	156.00	106.00	20
2.188	143.00	155.00	105.00	23

STAEPt essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau

D. J. P. Faye **** EPT ****

'm2' 1 1 15 3 0 0 0. 0.

34. 96. 7 5 2. 2.

60.

-50. 85. 85. 85. 75. 60.

0. 85. 85. 85. 75. 60.

10. 85. 85. 85. 75. 60.

20. 85. 85. 85. 75. 60.

24. 85. 85. 85. 75. 60.

30. 82. 82. 82. 75. 60.

39.2 77.4 77.4 77.4 75. 60.

44. 77.4 77.4 77.4 75. 60.

49.2 77.4 77.4 77.4 75. 60.

52. 76.2 76.2 76.2 75. 60.

55. 75. 75. 75. 75. 60.

60. 75. 75. 75. 75. 60.

70. 75. 75. 75. 75. 60.

80. 75. 75. 75. 75. 60.

100. 75. 75. 75. 75. 60.

1 0. 35. 2.2 'sol-1'

2 3. 0. 2. 'sol-2'

STAEPt essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau

D. J. P. Faye **** EPT ****

'm2' 0 1 15 3 0 0 0. 0.

34. 96. 1. 0

60.

-50. 85. 85. 85. 75. 60.

0. 85. 85. 85. 75. 60.

10. 85. 85. 85. 75. 60.

20. 85. 85. 85. 75. 60.

24. 85. 85. 85. 75. 60.

30. 82. 82. 82. 75. 60.

39.2 77.4 77.4 77.4 75. 60.

44. 77.4 77.4 77.4 75. 60.

49.2 77.4 77.4 77.4 75. 60.

52. 76.2 76.2 76.2 75. 60.

55. 75. 75. 75. 75. 60.

60. 75. 75. 75. 75. 60.

70. 75. 75. 75. 75. 60.

80. 75. 75. 75. 75. 60.

100. 75. 75. 75. 75. 60.

1 0. 35. 2.2 'sol-1'

2 3. 0. 2. 'sol-2'

Annexe E4inp

AE 31

Annexe E 4.out

Sorties de l'exemple 4

Fichier des données : try4.dat

Fichier des sorties : try4.sor

Le 5 JUIN 1986 à 18 H. 21 -- try4.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
D. J. P. Faye **** EPT ****

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 1
Nombre de sections verticales 15
Nombre de frontières entre sols 3
Nombres de lignes équipressions 0
Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sismiques s1= .000
s2= .000

**** SYSTEME METRIQUE **** tonne - mètre

Cercles définies suivant une grille

Centre de départ (x,y) = 34.0 96.0
7 centres espacés de 2.0 m en X
5 centres espacés de 2.0 m en Y

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 60.0,

GEOMETRIE

sections	-50.0	.0	10.0	20.0	24.0	30.0	39.2	44.0	49.2	52.0	55.0	60.0	70.0	80.0	100.0
fissuration	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
eau-fissure	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 1	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 3	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION t/m ²	FROTTEMENT DEG.	DENSITE t/m ³	DESCRIPT°
1	.0	35.0	2.2	sol-1
2	3.0	.0	2.0	sol-2

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
 D. J. P. Faye **** EPT ****

NCERC	NTANG	PROF (TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	60.0	36.0	34.0	96.0	.844	.794
2	1	60.0	36.0	36.0	96.0	.838	.789
3	1	60.0	36.0	38.0	96.0	.840	.791
4	1	60.0	36.0	40.0	96.0	.850	.800
5	1	60.0	36.0	42.0	96.0	.869	.815
6	1	60.0	36.0	44.0	96.0	.897	.839
7	1	60.0	36.0	46.0	96.0	.936	.873
8	1	60.0	34.0	34.0	94.0	.844	.791
9	1	60.0	34.0	36.0	94.0	.838	.786
10	1	60.0	34.0	38.0	94.0	.840	.787
11	1	60.0	34.0	40.0	94.0	.851	.797
12	1	60.0	34.0	42.0	94.0	.871	.814
13	1	60.0	34.0	44.0	94.0	.902	.840
14	1	60.0	34.0	46.0	94.0	.946	.877
15	1	60.0	32.0	34.0	92.0	.847	.790
16	1	60.0	32.0	36.0	92.0	.840	.784
17	1	60.0	32.0	38.0	92.0	.842	.786
18	1	60.0	32.0	40.0	92.0	.854	.797
19	1	60.0	32.0	42.0	92.0	.877	.816
20	1	60.0	32.0	44.0	92.0	.911	.845
21	1	60.0	32.0	46.0	92.0	.961	.887
22	1	60.0	30.0	34.0	90.0	.853	.793
23	1	60.0	30.0	36.0	90.0	.845	.786
24	1	60.0	30.0	38.0	90.0	.848	.788
25	1	60.0	30.0	40.0	90.0	.861	.800
26	1	60.0	30.0	42.0	90.0	.887	.822
27	1	60.0	30.0	44.0	90.0	.926	.855
28	1	60.0	30.0	46.0	90.0	.983	.902
29	1	60.0	28.0	34.0	88.0	.865	.801
30	1	60.0	28.0	36.0	88.0	.855	.793
31	1	60.0	28.0	38.0	88.0	.858	.796
32	1	60.0	28.0	40.0	88.0	.874	.809
33	1	60.0	28.0	42.0	88.0	.903	.834
34	1	60.0	28.0	44.0	88.0	.949	.872
35	1	60.0	28.0	46.0	88.0	1.015	.928

Centre du cercle mini. a l'intérieur de la grille

AE 35

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- staept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* R E S U L T A T S *

CAS ETUDIE :

STAEPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
D. J. P. Faye **** EPT ****

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 60.0

APRES 35 CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE ON TROUVE :

(NOTE : Le cercle minimum se trouve à l'intérieur des limites de la grille)

F.S. MINIMUM (Bishop) = .838
----- *****
Rayon = 34.0 m ; X , Y = (36.0 94.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = .784
----- *****
Rayon = 32.0 m ; X , Y = (36.0 92.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
.838	36.00	94.00	34.00	9
.838	36.00	96.00	36.00	2
.840	36.00	92.00	32.00	16
.840	38.00	94.00	34.00	10
.840	38.00	96.00	36.00	3
.842	38.00	92.00	32.00	17
.844	34.00	96.00	36.00	1
.844	34.00	94.00	34.00	8
.845	36.00	90.00	30.00	23
.847	34.00	92.00	32.00	15

Fichier des données : try4a.dat Fichier des sorties : try4a.sor

Le 5 JUIN 1986 à 18 H. 24 -- try4a.sor PAGE 1

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAAPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
D. J. P. Faye **** EPT ****

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 1
Nombre de sections verticales 15
Nombre de frontières entre sols 3
Nombres de lignes équipressions 0
Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sisaiques s1= .000
 s2= .000

**** SYSTEME METRIQUE **** tonne - mètre

Recherche automatique du cercle critique

Centre de départ (x,y) = 34.0 96.0
Pas de rotation autour du pivot = 1.0 m
Ecart pour changement de pivot = .0 %

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 60.0,

GEOMETRIE

sections	-50.0	.0	10.0	20.0	24.0	30.0	39.2	44.0	49.2	52.0	55.0	60.0	70.0	80.0	100.0
fissuration	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
eau-fissure	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 1	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	82.0	77.4	77.4	77.4	76.2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 2	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
frontière 3	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION t/m ²	FROTTEMENT DEG.	DENSITE t/m ³	DESCRIPT*
1	.0	35.0	2.2	sol-1
2	3.0	.0	2.0	sol-2

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

STAEPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
 D. J. P. Faye **** EPT ****

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	60.0	36.0	34.0	96.0	.844	.794
2	1	60.0	36.0	36.0	96.0	.838	.789
3	1	60.0	36.0	38.0	96.0	.840	.791
4	1	60.0	34.0	36.0	94.0	.838	.786
5	1	60.0	34.0	38.0	94.0	.840	.787
6	1	60.0	32.0	36.0	92.0	.840	.784
7	1	60.0	34.0	34.0	94.0	.844	.791
8	1	60.0	34.0	37.0	94.0	.838	.786
9	1	60.0	33.0	36.0	93.0	.838	.784
10	1	60.0	34.0	35.0	94.0	.840	.787
11	1	60.0	35.0	36.0	95.0	.838	.787
12	1	60.0	35.0	37.0	95.0	.838	.787
13	1	60.0	35.0	39.0	95.0	.844	.792
14	1	60.0	33.0	37.0	93.0	.838	.785
15	1	60.0	35.0	35.0	95.0	.840	.789
16	1	60.0	37.0	37.0	97.0	.839	.792
17	1	60.0	35.0	38.0	95.0	.840	.789
18	1	60.0	36.0	37.0	96.0	.838	.789

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* R E S U L T A T S *

CAS ETUDIE :

STAAPT essai-4 : exemple tiré de l'ouvrage de Pilot et Moreau
D. J. P. Faye **** EPT ****

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 60.0

APRES 18 CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTOMATIQUE ON TROUVE :

F.S. MINIMUM (Bishop) = .838
----- *****
Rayon = 35.0 m ; X , Y = (37.0 95.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = .784
----- *****
Rayon = 32.0 m ; X , Y = (36.0 92.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT
=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
.838	37.00	95.00	35.00	12
.838	36.00	94.00	34.00	4
.838	36.00	95.00	35.00	11
.838	37.00	94.00	34.00	8
.838	37.00	96.00	36.00	18
.838	36.00	96.00	36.00	2
.838	36.00	93.00	33.00	9
.838	37.00	93.00	33.00	14
.839	37.00	97.00	37.00	16
.840	35.00	95.00	35.00	15

AE 40

Annexe E 5 inp

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar

D. J. P. Faye ***** E P T *****

'm1' 1 1 16 5 1 0 0. 0.

80. 100. 7 4 4. 4.

52.4

0.	85.4	85.4	85.4	82.6	82.6	61.4	50.
50.	85.4	85.4	85.4	82.6	82.6	61.4	50.
53.	83.	83.	83.	82.6	79.8	61.4	50.
57.	80.	80.	80.	80.	76.8	61.4	50.
59.75	77.7	77.7	77.7	77.7	75.6	61.4	50.
65.5	76.8	76.8	76.8	76.8	73.5	61.4	50.
75.5	75.8	75.8	75.8	75.8	69.7	61.4	50.
80.	71.7	71.7	71.7	71.7	68.	61.4	50.
94.5	64.1	64.1	64.1	64.1	62.9	56.9	50.
108.5	60.3	60.3	60.3	60.3	57.8	52.4	50.
122.5	57.8	57.8	57.8	57.8	55.1	52.4	50.
136.5	53.5	53.5	53.5	53.5	52.4	52.4	50.
151.	52.9	52.9	52.9	52.9	50.3	50.3	50.
165.	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.
177.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.
250.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.

1	30.	20.	24.5	'cuiras. lat.'
2	0.	15.	21.6	'éboulis'
3	20.	28.	18.1	'limon hopit.'
4	60.	18.	19.2	'argile'

0.	58.5
50.	58.5
53.	58.5
57.	58.5
59.75	58.5
65.5	58.5
75.5	58.5
80.	58.5
94.5	58.5
108.5	58.5
122.5	57.8
136.5	53.5
151.	52.9
165.	50.3
177.	50.
250.	50.

Cas analysé (normale puis automatique)

AE 41

Annexe E5 out

Sorties du cas analysé :

La petite corniche de Dakar

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ib@-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
 D. J. P. Faye ***** E P T *****

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 1
 Nombre de sections verticales 16
 Nombre de frontières entre sols 5
 Nombres de lignes équipressions 1
 Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sismiques s1= .000
 s2= .000

***** SYSTEME METRIQUE ***** kilo-Newton - mètre

Cercles définies suivant une grille
 Centre de départ (x,y) = 80.0 100.0
 7 centres espacés de 4.0 m en X
 4 centres espacés de 4.0 m en Y

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 52.4,

GEOMETRIE

sections	.0	50.0	53.0	57.0	59.8	65.5	75.5	80.0	94.5	108.5	122.5	136.5	151.0	165.0	177.0	250.0
fissuration	85.4	85.4	83.0	80.0	77.7	76.8	75.8	71.7	64.1	60.3	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0
eau-fissure	85.4	85.4	83.0	80.0	77.7	76.8	75.8	71.7	64.1	60.3	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0
frontière 1	85.4	85.4	83.0	80.0	77.7	76.8	75.8	71.7	64.1	60.3	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0
frontière 2	82.6	82.6	82.6	80.0	77.7	76.8	75.8	71.7	64.1	60.3	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0
frontière 3	82.6	82.6	79.8	76.8	75.6	73.5	69.7	68.0	62.9	57.8	55.1	52.4	50.3	50.3	50.0	50.0
frontière 4	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4	56.9	52.4	52.4	52.4	50.3	50.3	50.0	50.0
frontière 5	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION kpa	FROTTEMENT DEG.	DENSITE kN/m3	DESCRIPT*
1	30.0	20.0	24.5	cuiras. lat.
2	.0	15.0	21.6	éboulis
3	20.0	28.0	18.1	limon hopit.
4	60.0	18.0	19.2	argile

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	.0	50.0	53.0	57.0	59.8	65.5	75.5	80.0	94.5	108.5	122.5	136.5	151.0	165.0	177.0	250.0
ligne 1	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0

AE 44

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
 D. J. P. Faye ***** E P T *****

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	52.4	47.6	80.0	100.0	1.983	1.716
2	1	52.4	47.6	84.0	100.0	1.906	1.656
3	1	52.4	47.6	88.0	100.0	1.862	1.626
4	1	52.4	47.6	92.0	100.0	1.860	1.639
5	1	52.4	47.6	96.0	100.0	1.896	1.698
6	1	52.4	47.6	100.0	100.0	1.932	1.749
7	1	52.4	47.6	104.0	100.0	1.950	1.771
8	1	52.4	43.6	80.0	96.0	2.012	1.717
9	1	52.4	43.6	84.0	96.0	1.940	1.664
10	1	52.4	43.6	88.0	96.0	1.904	1.647
11	1	52.4	43.6	92.0	96.0	1.920	1.689
12	1	52.4	43.6	96.0	96.0	1.935	1.725
13	1	52.4	43.6	100.0	96.0	1.950	1.750
14	1	52.4	43.6	104.0	96.0	1.968	1.770
15	1	52.4	39.6	80.0	92.0	2.064	1.733
16	1	52.4	39.6	84.0	92.0	2.000	1.693
17	1	52.4	39.6	88.0	92.0	1.979	1.703
18	1	52.4	39.6	92.0	92.0	1.975	1.727
19	1	52.4	39.6	96.0	92.0	1.976	1.750
20	1	52.4	39.6	100.0	92.0	1.965	1.743
21	1	52.4	39.6	104.0	92.0	2.005	1.782
22	1	52.4	35.6	80.0	88.0	2.153	1.780
23	1	52.4	35.6	84.0	88.0	2.102	1.763
24	1	52.4	35.6	88.0	88.0	2.069	1.770
25	1	52.4	35.6	92.0	88.0	2.035	1.770
26	1	52.4	35.6	96.0	88.0	1.994	1.741
27	1	52.4	35.6	100.0	88.0	2.000	1.747
28	1	52.4	35.6	104.0	88.0	2.076	1.824

Centre du cercle minimum sur les limites de la grille

Continuation en recherche automatique

(Centre de départ = 92.0 100.0 Pas = 4.00 Ecart = 0 %)

29	1	52.4	47.6	100.0	100.0	1.932	1.749
30	1	52.4	55.6	92.0	108.0	1.803	1.611
31	1	52.4	55.6	100.0	108.0	1.861	1.695
32	1	52.4	55.6	84.0	108.0	1.884	1.673
33	1	52.4	63.6	92.0	116.0	1.796	1.628
34	1	52.4	63.6	100.0	116.0	1.792	1.639
35	1	52.4	63.6	108.0	116.0	1.909	1.782
36	1	52.4	71.6	100.0	124.0	1.771	1.633
37	1	52.4	71.6	108.0	124.0	1.856	1.736
38	1	52.4	71.6	92.0	124.0	1.812	1.663
39	1	52.4	79.6	100.0	132.0	1.776	1.652

AE 45

NCERC	NTANG	PROF(TG)	RAYON	(X)CENTRE	(Y)CENTRE	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
40	1	52.4	71.6	104.0	124.0	1.791	1.660
41	1	52.4	67.6	100.0	120.0	1.777	1.631
42	1	52.4	71.6	96.0	124.0	1.781	1.637
43	1	52.4	75.6	100.0	128.0	1.771	1.640
44	1	52.4	74.6	103.0	127.0	1.775	1.647
45	1	52.4	68.6	103.0	121.0	1.795	1.657
46	1	52.4	68.6	97.0	121.0	1.774	1.625
47	1	52.4	74.6	97.0	127.0	1.781	1.644

AE 4-6

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

R E S U L T A T S #

CAS ETUDIE :

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
D. J. P. Faye ***** E P T *****

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 52.4

APRES 47 CERCLES CALCULES SUIVANT UNE GRILLE ON TROUVE :

(NOTE : Poursuite en recherche automatique après avoir trouvé
le cercle minimum sur les limites de la grille)

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.771

----- *****

Rayon = 71.6 m ; X , Y = (100.0 124.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.611

----- *****

Rayon = 55.6 m ; X , Y = (92.0 108.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT

=====

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.771	100.00	124.00	71.60	36
1.771	100.00	128.00	75.60	43
1.774	97.00	121.00	68.60	46
1.775	103.00	127.00	74.60	44
1.776	100.00	132.00	79.60	39
1.777	100.00	120.00	67.60	41
1.781	97.00	127.00	74.60	47
1.781	96.00	124.00	71.60	42
1.791	104.00	124.00	71.60	40
1.792	100.00	116.00	63.60	34

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

M E T H O D E D E B I S H O P S I M P L I F I E E
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
D. J. P. Faye ***** E P T *****

CONTROLE DES DONNEES

Nombre de tangentes limites 1
Nombre de sections verticales 16
Nombre de frontières entre sols 5
Nombres de lignes équipressions 1
Nombre de points définissant la cohésion 0

Coefficients sismiques s1= .000
s2= .000

**** SYSTEME METRIQUE **** kilo-Newton - mètre

Recherche automatique du cercle critique

Centre de départ (x,y) = 80.0 100.0
Pas de rotation autour du pivot = 4.0 m
Ecart pour changement de pivot = .0 %

TOUS LES CERCLES TANGENTS AUX PROFONDEURS, 52.4,

GEOMETRIE

Table with 17 columns representing horizontal distances and 7 rows representing vertical profiles: sections, fissuration, eau-fissure, and four boundaries (frontière 1-5).

AE 48

PROPRIETES DES SOLS

COUCHE	COHESION kpa	FROTTEMENT DEG.	DENSITE kN/m3	DESCRIPT*
1	30.0	20.0	24.5	cuiras. lat.
2	.0	15.0	21.6	éboulis
3	20.0	28.0	18.1	limon hopit.
4	60.0	18.0	19.2	argile

PRESSIONS INTERSTITIELLES

coordonnées des lignes équipressions

sections	.0	50.0	53.0	57.0	59.8	65.5	75.5	80.0	94.5	108.5	122.5	136.5	151.0	165.0	177.0	250.0
ligne 1	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	58.5	57.8	53.5	52.9	50.3	50.0	50.0

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

 METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
 --- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
 D. J. P. Faye ***** E P T *****

NCERC	NTANG	PROF(TG) (m)	RAYON (m)	(X)CENTRE (m)	(Y)CENTRE (m)	FS(BISHOP)	FS(ORD.)
1	1	52.4	47.6	80.0	100.0	1.983	1.716
2	1	52.4	47.6	88.0	100.0	1.862	1.626
3	1	52.4	47.6	96.0	100.0	1.896	1.698
4	1	52.4	39.6	88.0	92.0	1.979	1.703
5	1	52.4	55.6	88.0	108.0	1.831	1.630
6	1	52.4	55.6	96.0	108.0	1.810	1.628
7	1	52.4	55.6	104.0	108.0	1.912	1.760
8	1	52.4	63.6	96.0	116.0	1.778	1.617
9	1	52.4	63.6	104.0	116.0	1.852	1.711
10	1	52.4	63.6	88.0	116.0	1.836	1.661
11	1	52.4	71.6	96.0	124.0	1.781	1.637
12	1	52.4	63.6	100.0	116.0	1.792	1.639
13	1	52.4	59.6	96.0	112.0	1.788	1.617
14	1	52.4	63.6	92.0	116.0	1.796	1.628
15	1	52.4	67.6	96.0	120.0	1.776	1.624
16	1	52.4	67.6	104.0	120.0	1.814	1.677
17	1	52.4	67.6	88.0	120.0	1.845	1.681
18	1	52.4	75.6	96.0	128.0	1.789	1.653
19	1	52.4	67.6	100.0	120.0	1.777	1.631
20	1	52.4	67.6	92.0	120.0	1.802	1.644
21	1	52.4	70.6	99.0	123.0	1.771	1.630
22	1	52.4	70.6	107.0	123.0	1.843	1.719
23	1	52.4	62.6	99.0	115.0	1.790	1.632
24	1	52.4	70.6	91.0	123.0	1.819	1.666
25	1	52.4	78.6	99.0	131.0	1.778	1.651
26	1	52.4	70.6	103.0	123.0	1.786	1.651
27	1	52.4	66.6	99.0	119.0	1.776	1.626
28	1	52.4	70.6	95.0	123.0	1.785	1.638
29	1	52.4	74.6	99.0	127.0	1.772	1.638
30	1	52.4	73.6	102.0	126.0	1.773	1.641
31	1	52.4	67.6	102.0	120.0	1.790	1.648
32	1	52.4	73.6	96.0	126.0	1.784	1.645

AE 50

Ecole Polytechnique de Thiès - Calcul des stabilités de pentes

METHODE DE BISHOP SIMPLIFIEE
--- stabept -- ibm-pc --- version 1 -- juin 1986 ---

* RESULTATS *

CAS ETUDIE :

Etude de la stabilité de la corniche de Dakar
D. J. P. Faye ***** E P T *****

Tous les cercles sont tangents à la profondeur 52.4

APRES 32 CERCLES CALCULES EN RECHERCHE AUTOMATIQUE ON TROUVE :

F.S. MINIMUM (Bishop) = 1.771
----- *****
Rayon = 70.6 m ; X , Y = (99.0 123.0)

F.S. MINIMUM (Ordin.) = 1.617
----- *****
Rayon = 63.6 m ; X , Y = (96.0 116.0)

FACTEURS DE SECURITES CLASSES EN ORDRE CROISSANT

(POUR LES 10 CERCLES LES PLUS CRITIQUES)

FSC	XCENTRE	YCENTRE	RAYON	N°CERC
1.771	99.00	123.00	70.60	21
1.772	99.00	127.00	74.60	29
1.773	102.00	126.00	73.60	30
1.776	99.00	119.00	66.60	27
1.776	96.00	120.00	67.60	15
1.777	100.00	120.00	67.60	19
1.778	96.00	116.00	63.60	8
1.778	99.00	131.00	78.60	25
1.781	96.00	124.00	71.60	11
1.784	96.00	126.00	73.60	32

AE 51