



MICROFICHE IN

02985

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

ENJ A 2995

PROJET DE SIDI SAAD

**INTRODUCTION DANS LA TECHNIQUE
D'ESSAI DE CISAILLEMENT DIRECT IN
SITU SUR ROCHE**

GK 15

E 2

MINISTRE DE L'ÉQUIPEMENT
Économique G.T.B.
Bureau de l'Édi. 200

CAJIA 1965

PROJET DE LOI

PROJET DE LOI
DE CHANGEMENT D'ÉTAT DE DROIT

CH 12

CH 12 - 1965

1.0 [REDACTED]

1.1 [REDACTED]

1.2 [REDACTED]

1.3 [REDACTED]

1.4 [REDACTED]

1.5 [REDACTED]

1.6 [REDACTED]

1.7 [REDACTED]

1.8 [REDACTED]

1.9 [REDACTED]

2.0 [REDACTED]

2.1 [REDACTED]

Les questions sont classées de premier ordre, celles de 1^{er} ordre 1970, et celles de 2^e ordre de 1971.

Il y a deux catégories principales de questions de 1^{er} ordre : celles de 1^{er} ordre et celles de 2^e ordre. Il y a également des questions de 2^e ordre de 1^{er} ordre et de 2^e ordre de 2^e ordre.

Il y a deux catégories principales de questions de 2^e ordre : celles de 2^e ordre et celles de 3^e ordre. Il y a également des questions de 3^e ordre de 2^e ordre et de 3^e ordre de 3^e ordre.

Il y a deux catégories principales de questions de 3^e ordre : celles de 3^e ordre et celles de 4^e ordre. Il y a également des questions de 4^e ordre de 3^e ordre et de 4^e ordre de 4^e ordre.

Il y a deux catégories principales de questions de 4^e ordre : celles de 4^e ordre et celles de 5^e ordre. Il y a également des questions de 5^e ordre de 4^e ordre et de 5^e ordre de 5^e ordre.

CONVERSION DES UNITES AMERICAINES EN UNITES SI (selon ASCE)

Unités les plus fréquentes utilisées aux Etats Unis			Unités SI		
			pour convertir en		multiplier par
inches	millimètres	(in.)	millimètres	mm	25,40
			centimètres	cm	2,54
			mètres	m	0,0254
feet	mètres	(ft)	mètres	m	0,305
			mètres	m	0,91
			kilomètres	km	1,09
square inches	square centimètres	(sq. in.)	square centimètres	cm ²	6,45
square feet	square mètres	(sq. ft.)	square mètres	m ²	0,093
square yards	square mètres	(sq. yd.)	square mètres	m ²	0,836
acres	hectares	(ac.)	hectares	ha	0,405
square miles	square kilomètres	(sq. mi.)	square kilomètres	km ²	2,6
cubic inches	cubic centimètres	(cu. in.)	cubic centimètres	cm ³	16,1
cubic feet	cubic mètres	(cu. ft.)	cubic mètres	m ³	0,028
cubic yards	cubic mètres	(cu. yd.)	cubic mètres	m ³	0,765
gallons	litres	(gal.)	litres	l	3,785
barrels	barils	(bbl.)	barils	bl	15,9
tons	tonnes	(ton.)	tonnes	t	2,205
long tons	tonnes	(long ton.)	tonnes	t	1,016
short tons	tonnes	(short ton.)	tonnes	t	0,907
tons per sq. inch	tonnes par mètre carré	(ton/in. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	15,7
tons per sq. foot	tonnes par mètre carré	(ton/ft. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	0,157
tons per sq. yard	tonnes par mètre carré	(ton/yd. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	0,112
tons per cu. inch	tonnes par mètre cube	(ton/in. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	35,9
tons per cu. foot	tonnes par mètre cube	(ton/ft. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	157,0
tons per cu. yard	tonnes par mètre cube	(ton/yd. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	1,35
tons per sq. inch	tonnes par mètre carré	(ton/in. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	15,7
tons per sq. foot	tonnes par mètre carré	(ton/ft. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	0,157
tons per sq. yard	tonnes par mètre carré	(ton/yd. ²)	tonnes par mètre carré	t/m ²	0,112
tons per cu. inch	tonnes par mètre cube	(ton/in. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	35,9
tons per cu. foot	tonnes par mètre cube	(ton/ft. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	157,0
tons per cu. yard	tonnes par mètre cube	(ton/yd. ³)	tonnes par mètre cube	t/m ³	1,35

1 lb./sq. inch = 0,0703 kg/cm²

Table 1
Summary of Test Results

a) Summary

Test Results		Summary of Test Results		
Test	Value	Test	Value	Test
1	1.000	1	1.000	1.000
2	0.500	2	0.500	0.500
3	0.250	3	0.250	0.250
4	0.125	4	0.125	0.125
5	0.0625	5	0.0625	0.0625
6	0.03125	6	0.03125	0.03125
7	0.015625	7	0.015625	0.015625
8	0.0078125	8	0.0078125	0.0078125

b) Summary of Test Results

Test	Value	Test	Value	Test	Value	Test	Value
1	1.000	1	1.000	1	1.000	1	1.000
2	0.500	2	0.500	2	0.500	2	0.500
3	0.250	3	0.250	3	0.250	3	0.250
4	0.125	4	0.125	4	0.125	4	0.125
5	0.0625	5	0.0625	5	0.0625	5	0.0625
6	0.03125	6	0.03125	6	0.03125	6	0.03125
7	0.015625	7	0.015625	7	0.015625	7	0.015625
8	0.0078125	8	0.0078125	8	0.0078125	8	0.0078125

- | | |
|---------------|---------------|
| 1 - 1.000 | 1 - 1.000 |
| 2 - 0.500 | 2 - 0.500 |
| 3 - 0.250 | 3 - 0.250 |
| 4 - 0.125 | 4 - 0.125 |
| 5 - 0.0625 | 5 - 0.0625 |
| 6 - 0.03125 | 6 - 0.03125 |
| 7 - 0.015625 | 7 - 0.015625 |
| 8 - 0.0078125 | 8 - 0.0078125 |

Forces			pressions (solides)			pressions (fluides)			
N	kN	daN	N/m ²	kN/m ²	daN/m ²	N/m ² = Pa	kPa	bar	MPa
1			1			1	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
10			10			10			
100			100			100			
1000	1		1000	1		1000	1		
	10			10			10		
	100			100			100	1	
	1000	1		1000	1	10 ⁶	1000	10	1
		10			10			100	10
		100			100			1000	100
		1000			1000				1000

$$1 \text{ kg} = 9,80665 \text{ N} \approx 10 \text{ N} = 1 \text{ daN}$$

$$1 \text{ p} = 0,01 \text{ N}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ daN/cm}^2 = 10 \text{ N/cm}^2 = 0,1 \text{ MN/m}^2$$

$$1 \text{ kg/m}^2 \approx 10 \text{ daN/m}^2 = 1 \text{ N/cm}^2 = 0,01 \text{ MN/m}^2$$

Les multiples et sous-multiples des unités doivent être abrégés comme suit:

Unité	Symbole	Valeur
giga	G	10^9
méga	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto	h	10^2
déca	da	10^1
déci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nan	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

2.0 TRIGONOMETRIC PLANE

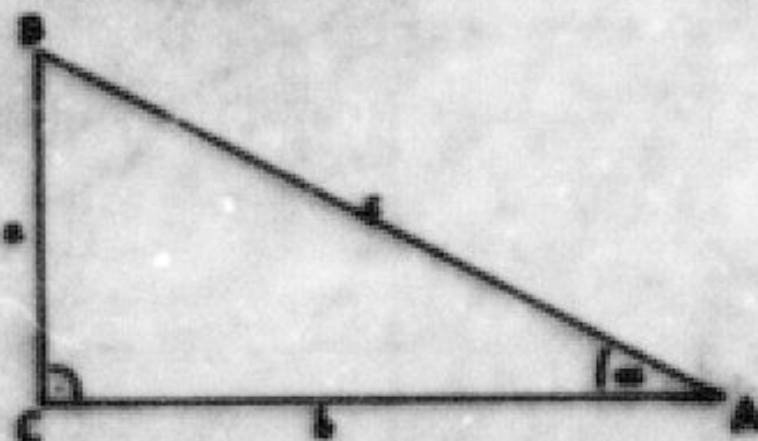


Fig. 1

Dans le triangle rectangle, les fonctions trigonométriques de l'angle aigu α sont :

- sinus - cosinus - tangente - cotangente - sécante - cosécante elles

s'expliquent comme suit :

$$\sin \alpha = \frac{a}{c}$$

c = hypoténuse

$$\cos \alpha = \frac{b}{c}$$

a = côté opposé à l'angle α

b = côté adjacent à l'angle α

$$\tan \alpha = \frac{a}{b}$$

pour un entier naturel n on définit

$$\cot \alpha = \frac{b}{a}$$

factorielle n par :

$$\sec \alpha = \frac{c}{a}$$

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots (n-1) \cdot n$$

pour $n = 0$, on pose $0! = 1$

$$\csc \alpha = \frac{c}{b}$$

$$2! = 1 \cdot 2$$

$$5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$$

Sinus et cosinus sont définis également par les séries convergentes suivantes :

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$$

Ici "x" correspond à la longueur de l'arc du cercle
saisi pour un angle déterminé (voir fig. 2)

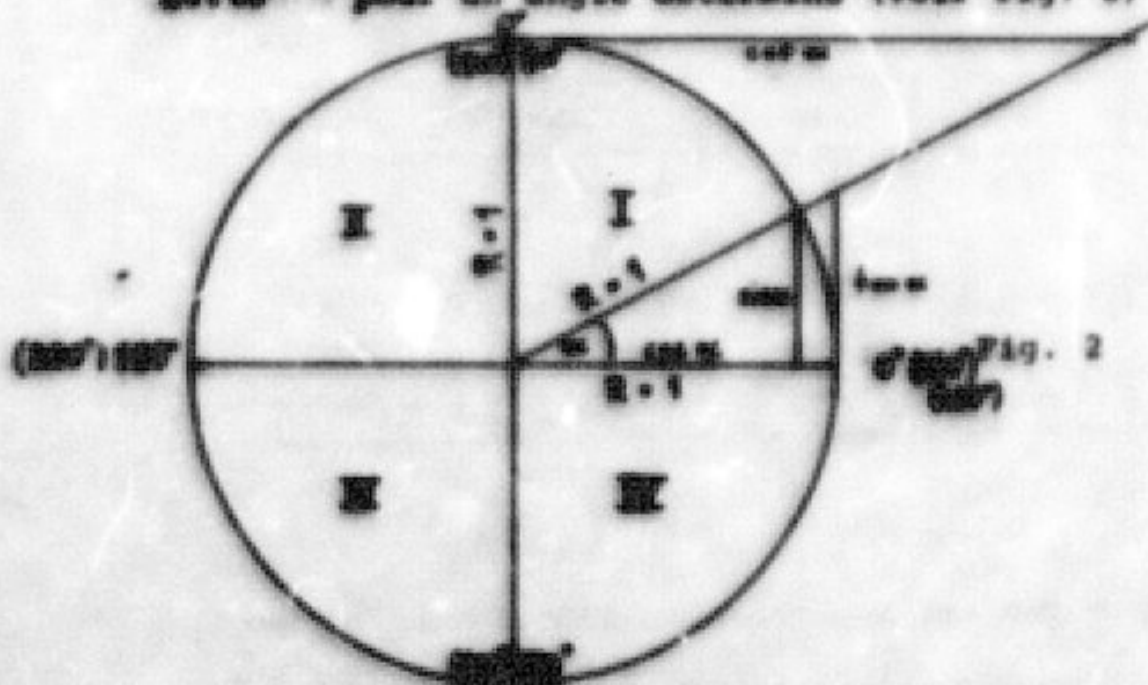


Fig. 2

Un cercle peut être divisé en 360° (degrés) ou 600° (grades)
Le développement suivant est valable pour les degrés.

Dans le cercle standard avec le rayon $R = 1$ on peut re-
présenter les fonctions trigonométriques par les lignes
indiquées en fig. 2

Les quatre quadrants (quarts de cercle) sont désignés par
I, II, III, IV.

Les signes dans les quatre quadrants sont:

	sin	cos	tan	cot
I	+	+	+	+
II	+	-	-	-
III	-	-	+	+
IV	-	+	-	-

Le rapport entre les fonctions d'angle dans les quatre quadrants est:

	sin	cos	tan	cot
$- \alpha$	$-\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$-\tan \alpha$	$-\cot \alpha$
$90^\circ + \alpha$	$\cos \alpha$	$-\sin \alpha$	$-\cot \alpha$	$-\tan \alpha$
$180^\circ + \alpha$	$-\sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$+\tan \alpha$	$+\cot \alpha$
$270^\circ + \alpha$	$+\cos \alpha$	$+\sin \alpha$	$+\cot \alpha$	$+\tan \alpha$
$360^\circ + \alpha$	$+\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$+\tan \alpha$	$+\cot \alpha$

Valeurs de fonction trigonométrique sur des angles particuliers:

α	sin α	cos α	tan α	cot α
0°	0	1	0	$\pm \infty$
30°	$1/2$	$1/\sqrt{3}$	$1/3$	$\sqrt{3}$
45°	$1/2$	$1/2$	1	1
60°	$1/2$	$1/2$	$\sqrt{3}$	$1/3$
90°	1	0	$\pm \infty$	0
120°	0	-1	0	$\pm \infty$
150°	-1	0	$\pm \infty$	0
180°	0	1	0	$\pm \infty$

∞ : fonction non définie

~~Conversion des angles en radians~~

~~Conversion des angles en degrés~~

$$\alpha \text{ en degrés} = 2 \pi \cdot \frac{\alpha}{360}$$

La série $\alpha = 2, 14159... = \frac{22}{7} \approx \pi$

La série $\alpha = 2, 708 334 625 = \pi \approx \frac{1}{2} (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots)$

Le coefficient "e" est la valeur limite de la suite de termes généraux

$$b_n = (1 + \frac{1}{n})^n$$

et aussi la valeur limite de la suite de termes généraux

$$a_n = (1 + \frac{1}{n})^{n+1}$$

n	1°	10°	100°	1000°	10000°	100000°	1000000°	10000000°
b_n	$\frac{2}{1}$	$\frac{11}{5}$	$\frac{251}{63}$	$\frac{3781}{2520}$	$\frac{144513}{50400}$	$\frac{367901}{12800}$	$\frac{148413}{4096}$	$\frac{367901}{12800}$
val. de chiff. 2°	0,017	0,534	0,788	1,05	1,57	3,14	4,71	6,28

Pour un triangle quelconque, pas nécessairement à angle droit, les formules suivantes sont valables (v. fig. 3).

Relations de sinus

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

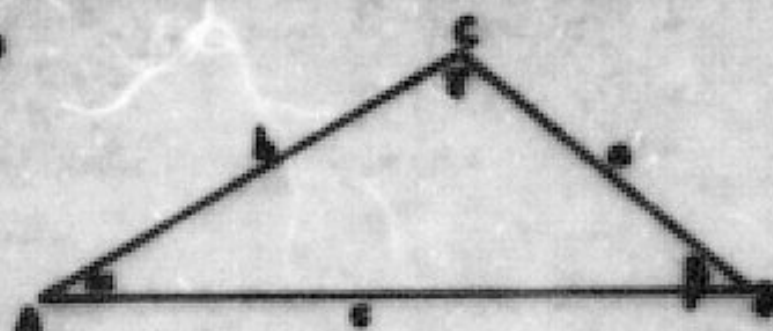


Fig. 3

Relations de cosinus

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C$$

Relations de tangente

$$\frac{a-b}{a+b} = \frac{\tan \frac{A-B}{2}}{\tan \frac{A+B}{2}}, \quad \frac{a-c}{a+c} = \frac{\tan \frac{A-C}{2}}{\tan \frac{A+C}{2}}, \quad \frac{b-c}{b+c} = \frac{\tan \frac{B-C}{2}}{\tan \frac{B+C}{2}}$$

Théorème de cotangente

dans la mesure où $s = \frac{a+b+c}{2}$ et $\Delta = \sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)}$

alors $\cot \frac{\alpha}{2} = \frac{s-a}{r}$; $\cot \frac{\beta}{2} = \frac{s-b}{r}$; $\cot \frac{\gamma}{2} = \frac{s-c}{r}$

est valable

Formule de la hauteur

$$h_a = b \sin \gamma = c \sin \beta$$

$$h_b = c \sin \alpha = a \sin \gamma$$

$$h_c = a \sin \beta = b \sin \alpha$$

Rapport entre les fonctions trigonométriques

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\cot \alpha}$$

$$\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\tan \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha ; \frac{1}{\sin^2 \alpha} = 1 + \cot^2 \alpha$$

	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$	$\cot \alpha$
$\sin \alpha$	-	$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}}$
$\cos \alpha$	$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	-	$\frac{1}{\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}}$	$\frac{\cot \alpha}{\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}}$
$\tan \alpha$	$\frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	-	$\frac{1}{\cot \alpha}$
$\cot \alpha$	$\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\tan \alpha}$	-

Fonctions d'angles composés:

$$\sin (a \pm b) = \sin a \cos b \pm \cos a \sin b$$

$$\cos (a \pm b) = \cos a \cos b \mp \sin a \sin b$$

$$\tan (a \pm b) = \frac{\tan a \pm \tan b}{1 \mp \tan a \tan b}$$

$$\cot (a \pm b) = \frac{\cot a \cot b \mp 1}{\cot b \pm \cot a}$$

$$\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$$

$$\sin a - \sin b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2}$$

$$\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$$

$$\cos a - \cos b = -2 \sin \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2}$$

$$\cos a \pm \sin b = 2 \sin (45^\circ - \frac{a-b}{2}) \sin (45^\circ + \frac{a+b}{2})$$

$$\cot a \pm \tan b = \frac{\cos (a \mp b)}{\sin a \cos b}$$

3.0 CHAPITRE DE MOISE ET SON APPLICATION A L'ESSAI TRIAXIAL (éch. de sol)

Considérons un élément de matériau élastique (béton, acier, roche, p.m.) en forme de parallélépipède à base triangulaire ABC.

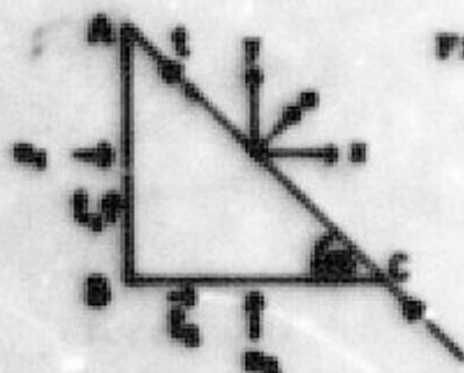


Fig. 4

Pour simplifier nous prenons la longueur $AC = 1$.

Si $AC = 1$, nous obtenons donc:

$AB = \sin \alpha$ et $BC = \cos \alpha$.

Sur la face AB agissent une contrainte normale n_1 et une contrainte tangentielle t_1 .

Sur la face BC agissent également n_2 et t_2 . Nous allons chercher à déterminer les valeurs des contraintes n (normales) et t (tangentielles) agissant sur la face AC.

La résistance des matériaux (loi de CAUCHY) permet d'écrire l'équation de $t_1 = t_2 = t$.

Les valeurs de n et de t s'obtiennent facilement en les exprimant en tant qu'égalité des forces projetées et en tant que directions de n et de t .

$$\begin{aligned} \text{On a } n &= n_1 \cdot AB \cdot \sin \alpha + n_2 \cdot BC \cdot \cos \alpha + 2t \cdot \sin \alpha \cos \alpha \\ &= n_1 \sin^2 \alpha + n_2 \cos^2 \alpha + 2t \sin \alpha \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

$$t = -n_1 \cdot AB \cdot \cos \alpha + n_2 \cdot BC \cdot \sin \alpha + t \sin^2 \alpha - t \cos^2 \alpha$$

On sait, d'après la trigonométrie, que:

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

.../

En utilisant ces formules, nous pouvons transformer les relations

$$n = n_1 \left(\frac{1 - \cos 2\alpha}{2} \right) + n_2 \left(\frac{1 + \cos 2\alpha}{2} \right) + t \sin \alpha$$

$$||| \quad p = \frac{n_1 + n_2}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{2} (n_2 - n_1) + t \sin 2\alpha$$

$$t = \frac{\sin 2\alpha}{2} (n_2 - n_1) + t \left(\frac{1 - \cos 2\alpha}{2} \right) - t \left(\frac{1 + \cos 2\alpha}{2} \right)$$

$$||| \quad t = \frac{\sin 2\alpha}{2} (n_2 - n_1) - t \cos 2\alpha$$

Nous avons donc calculé les valeurs de t et de n agissant sur AC . Le point figuratif du vecteur contrainte M , considéré dans un système de coordonnées O_n, O_t , décrit un cercle dit "cercle de MOHR".

En effet, effectuons un déplacement d'axes de manière à amener l'origine au point de coordonnées anciennes $\frac{n_1 + n_2}{2}$.

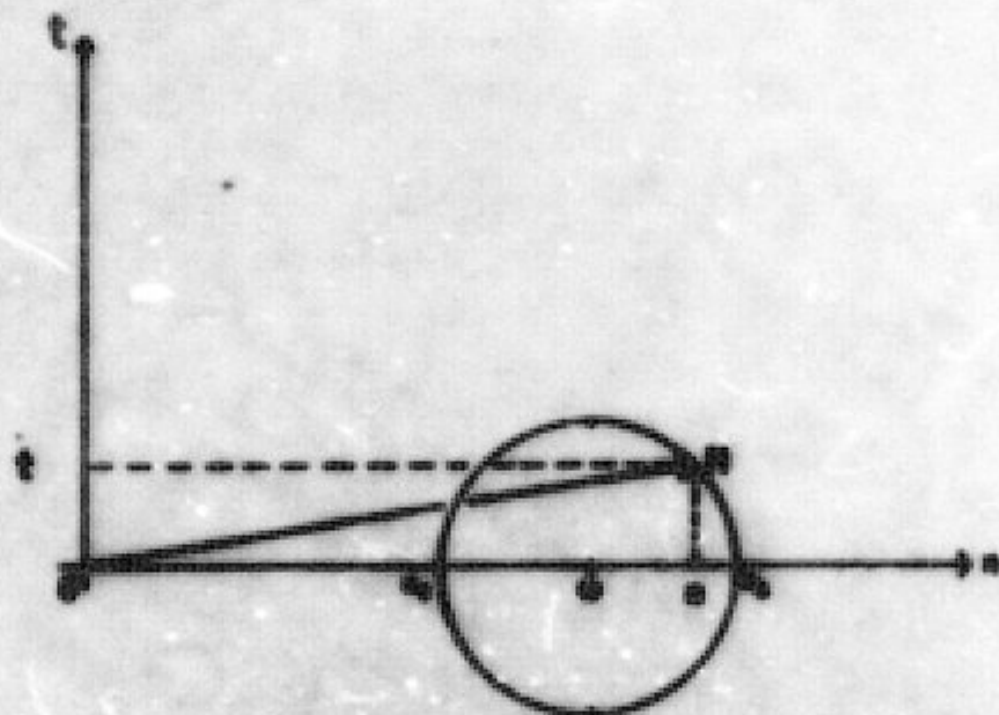


Fig. 5

Les nouvelles coordonnées sont:

$$n' = \frac{\cos 2a}{2} (n_2 - n_1) + t \sin 2a$$

$$t' = \frac{\sin 2a}{2} (n_2 - n_1) - t \cos 2a$$

$$n'^2 + t'^2 = \frac{\cos^2 2a}{4} (n_2 - n_1)^2 + t^2 \sin^2 2a + \cos 2a \sin 2a \dots$$

$$\dots (n_2 - n_1) t + \frac{\sin^2 2a}{4} (n_2 - n_1)^2 + t^2 \cos^2 2a$$

$$- \sin 2a \cos 2a (n_2 - n_1) t$$

$$= \frac{1}{4} (n_2 - n_1)^2 + t^2 = \text{constante} \quad .$$

Le lieu de M est donc un cercle centré en O $(\frac{n_1 + n_2}{2} : 0)$

et de rayon R tel que $R = \sqrt{\frac{1}{4} (n_2 - n_1)^2 + t^2}$

$$\text{ou } R = \frac{1}{2} \sqrt{(n_2 - n_1)^2 + 4 t^2} \quad |||$$

Application à l'essai triaxial:

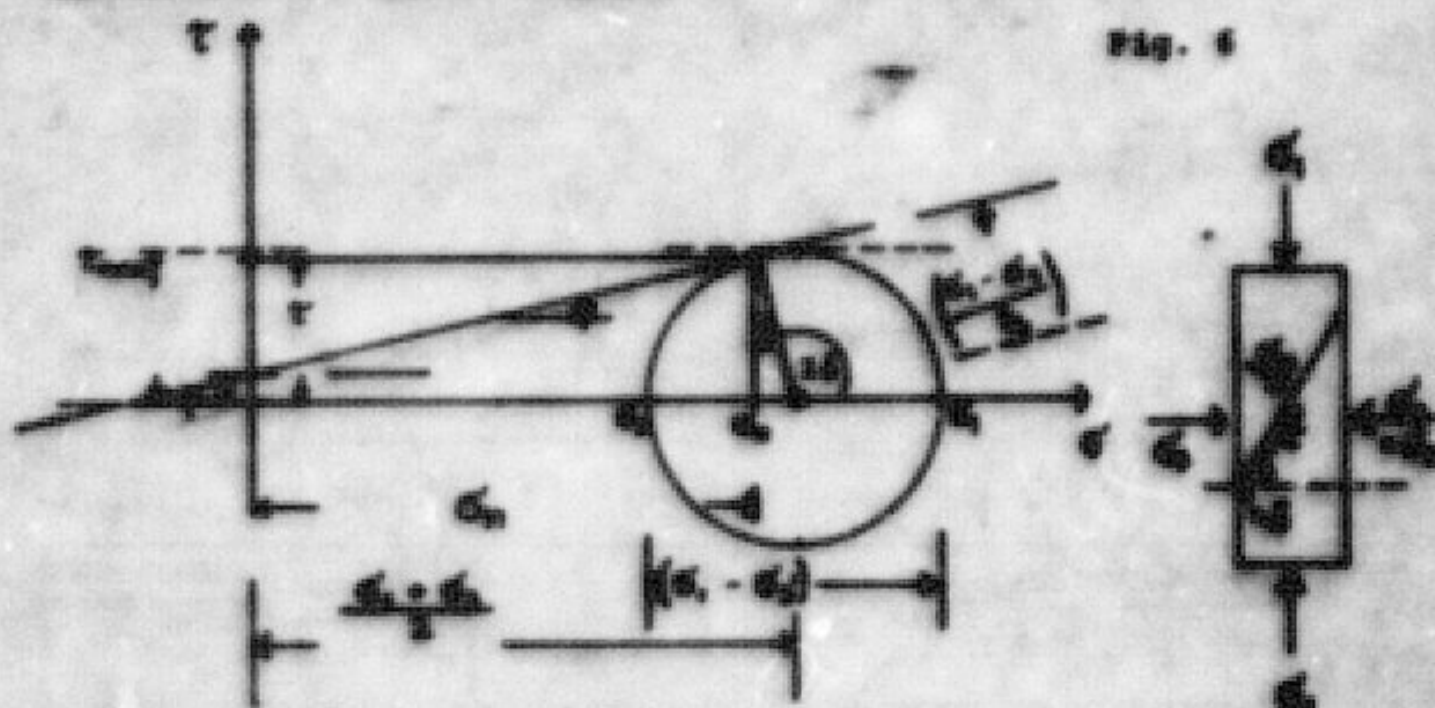


Fig. 6

$\phi = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$ angle de glissement ϕ

$\sigma_1 - \sigma_3 =$ diamètre de cercle de MOHR

$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} =$ centre du cercle de MOHR

$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ résistance maximale au cisaillement
à $\theta = 45^\circ$

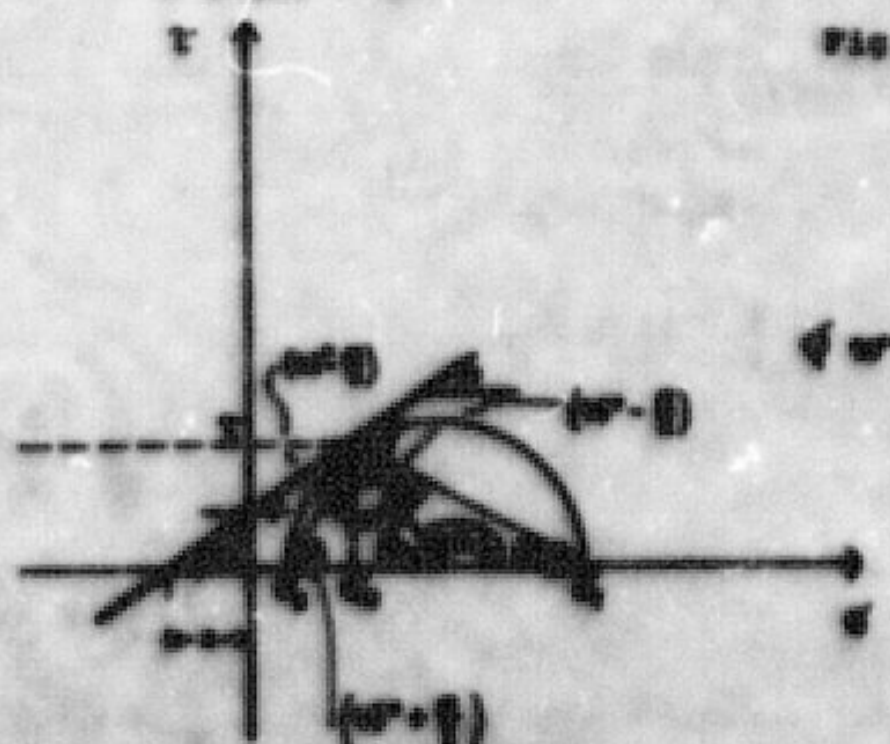


Fig. 7

$$\tan \theta = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2c} ; \quad \tan (45^\circ + \frac{\theta}{2}) = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2c}$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_1 - c}{\tan \theta} ; \quad \sigma_1 - \sigma_3 = \frac{c}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})}$$

$$\sigma_1 = \frac{c}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})} + \frac{c}{\tan \theta} = \frac{c}{\tan \theta}$$

$$c = (\sigma_1 + \frac{c}{\tan \theta}) \cdot \frac{1}{\frac{1}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})} + \frac{1}{\tan \theta}}$$

$$c = (\sigma_1 + \frac{c}{\tan \theta}) \cdot \frac{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2}) \cdot \tan \theta}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2}) + \tan \theta}$$

$$c \cdot \frac{1}{\tan \theta} = \frac{c}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})}$$

$$c \cdot \frac{1}{\tan \theta} = \frac{c}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})}$$

$$\tan \theta = \frac{1}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2})}$$

$$c = (\sigma_1 + \frac{c}{\tan \theta}) \cdot \frac{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2}) \cdot \tan \theta}{\tan (45^\circ + \frac{\theta}{2}) + \tan \theta}$$

σ_1 tensiunea principală maximă

σ_3 tensiunea principală minimă

θ unghi de fricțiune

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_1 - c}{\tan \theta} + \frac{c}{\tan \theta} \cos 2\theta$$

$$\tan \theta = \frac{1}{\tan \theta}$$

$$\tan \theta = \frac{\frac{\sigma_1 - c}{2} \cdot \frac{1}{\tan \theta}}{\frac{\sigma_1 - c}{2} + \frac{c}{2}}$$

$$c = \frac{c}{\tan \theta}$$

$$||| \sin \theta = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2 \frac{c}{\tan \theta} + \sigma_1 + \sigma_3}$$

$$c = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2 \sin \theta} - \sigma_1 - \sigma_3 \right) \cdot \frac{\tan \theta}{2}$$

$$||| c = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2 \sin \theta} - \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \tan \theta$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{c}{\tan \theta} \right) \cdot \sin \theta$$

$$||| \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \sin \theta + c \cdot \cos \theta$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta} + 2c \frac{\cos \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \cdot \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta} + 2c \cdot \frac{\cos \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$\sigma_3 = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta} \sigma_1 - \frac{2c \cos \theta}{1 + \sin \theta}$$

$$\sigma'_1 = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_3)$$

tensiunea medie efectivă σ'_1

Les paramètres "c" et "φ" sont mieux déterminés par une combinaison de deux (mieux encore de quatre) cercles de Mohr. A cela servent les équations suivantes:

$$\sigma^I = \frac{\sigma_1^I + \sigma_3^I}{2} - \frac{\sigma_1^I - \sigma_3^I}{2} \tan \phi \quad \text{cercle I}$$

$$\sigma^{II} = \frac{\sigma_1^{II} + \sigma_3^{II}}{2} - \frac{\sigma_1^{II} - \sigma_3^{II}}{2} \tan \phi \quad \text{cercle II}$$

$$\sigma^I = \sigma^{II} \quad \tan \phi = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\sin \theta = \frac{(\sigma_1^{II} + \sigma_3^{II}) - (\sigma_1^I + \sigma_3^I)}{(\sigma_1^{II} - \sigma_3^{II}) - (\sigma_1^I - \sigma_3^I)}$$

$$\sin \theta = \frac{(\sigma_1^{II} - \sigma_3^{II}) - (\sigma_1^I - \sigma_3^I)}{(\sigma_1^{II} + \sigma_3^{II}) - (\sigma_1^I + \sigma_3^I)}$$

Pour une grande partie des valeurs d'essais disponibles "φ" et "c" peuvent être déterminés facilement à partir de la graphique suivant avec $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ (rayon des cercles de Mohr) en tant qu'ordonnée et $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ (situation du centre des cercles de Mohr) en tant qu'abscisse.

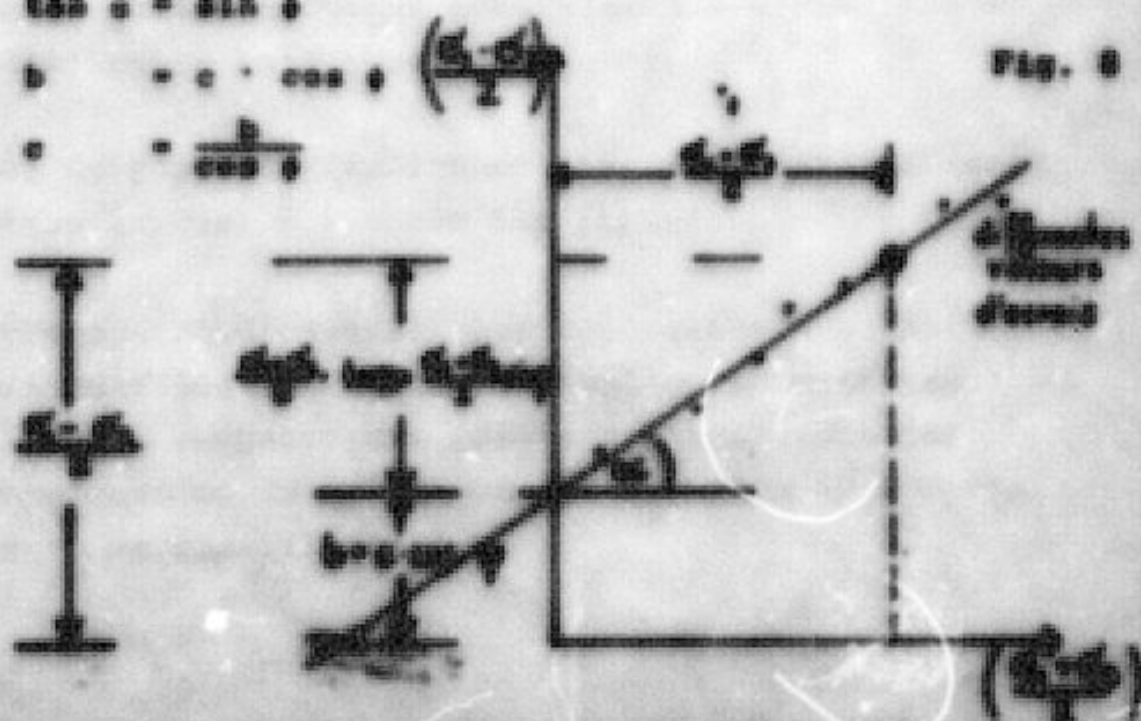
$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \tan \phi + b$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \cdot \sin \phi + c \cdot \cos \phi$$

$$\tan \phi = \sin \phi$$

$$b = c \cdot \cos \phi \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right)$$

$$c = \frac{b}{\cos \phi}$$



4.0 QUELQUES INDICATIONS ET RECOMMANDATIONS DANS LE RÉGÈLEMENT DES ESSAIS DE CISAILLEMENT DIRECT SUR ROCHES

La dimension des blocs de roches, devant servir aux essais
à sili direct, doit de 10,7 à 10,7 cm (surfaces inférieure
et supérieure) x 15 cm (hauteur).

Des détails plus explicites sont donnés dans le prospectus de
la norme ~~EN 12518~~ sous le titre de "Essais de cisaillement
direct in situ" (v. rapport 88 14, p. 14 ff, Annexes 7, 9, 11).

Le rapport entre la largeur et la hauteur du bloc d'essai
est de 3 : 1.

La norme de cet essai exerce la contrainte en cisaillement
direct en tant que résistance à la rupture et résistance rési-
duelle. La résistance en cisaillement est déterminée en tant
que fonction de la contrainte normale (verticale) par rapport
à la surface de cisaillement.

L'orientation du bloc d'essai et le système des charges sont
choisis de manière à ce que la position de la surface de ci-
saillement corresponde à une ~~orientation~~ est-à-dire qu'il
y a parallélisme.

La détermination de la résistance en cisaillement de la roche
devrait comprendre au moins cinq essais dans une même roche
d'essai. A cette occasion chaque échantillon est cisaillé à
une ~~contrainte~~ mais constante.

Dans la mesure du possible étalonner avant et après l'essai
les dynamètres servant à mesurer les forces.

A l'aide des comparateurs mesurer les déplacements au moins
à huit endroits différents du bloc d'essai ou du matériau
l'entourant. quatre préparateurs valent chaque fois les
déplacements moyens ou les déplacements latéraux (y compris
les déplacements de cisaillement).

Le système de mesure du déplacement en cisaillement devait avoir du jeu (course possible du déplacement maximal) d'au moins 70 mm et un degré d'exactitude supérieur à $\pm 0,1$ mm. Pour les autres déplacements sont valables les valeurs correspondantes de 20 mm et de $\pm 0,05$ mm.

Au cours de l'essai la condition du bloc d'essai et en particulier de la surface de cisaillement ne doit pas se modifier dans la mesure du possible par rapport à la teneur en eau naturelle lors de la préparation du bloc.

Un petit creux d'une profondeur de 20 mm et de 50 mm de largeur doit entourer la base du bloc afin de favoriser les déplacements latéraux et de cisaillement.

Avant d'encastrer le bloc d'essai dans du béton ou un matériau semblable, suffisamment fort et rigide, une couche de mortier tendre d'une épaisseur de 2 cm est mise en place autour de la base du bloc. Ceci évite la destruction ou l'affaiblissement du bloc au cours de l'essai. Les surfaces transmettant la charge du bloc encastéré sont planes (± 1 mm). L'inclinaison prévue par rapport à la surface de cisaillement (tolérance $\pm 1^\circ$). Veiller à ce que le béton ait suffisamment de temps à se consolider avant d'entamer l'essai. La phase de consolidation pour une contrainte normale prescrite peut être considérée comme terminée quand la vitesse moyenne de déplacement maximal indique moins de 0,05 mm en 10 min. sur tous les comparateurs. Maintenant la charge de cisaillement peut être appliquée.

Des lectures suivies sont préconisées avant l'atteinte de la contrainte nominale de cisaillement. Dans les 10 min. d'intervalle entre deux lectures, la modification dans le déplacement en cisaillement doit être inférieure à 0,1 mm/min.. Exceptionnellement la modification entre les lectures peut atteindre 0,5 mm/min., à condition que la contrainte nominale à la rupture est enregistrée avec une exactitude suffisante.

Pour un essai drainé le temps total (pour atteindre la contrainte maximale) doit dépasser $6 \times t_{100}$ (v. fig. H, courbe de consolidation). Ceci est valable spécialement pour l'étude des discontinuités remplies d'argile.

Après la ^{de cisaillement} résistance maximale obtenue, faire les lectures à des intervalles de déplacement de cisaillement entre 0,5 à 5 mm. Ceci est nécessaire pour obtenir assez exactement les courbes de déplacement ~~en fonction~~ de la force. Le déplacement au cisaillement doit être de 0,02 à 0,2 mm/min. dans l'intervalle de 10 min. avant une lecture. L'augmentation ^{de vitesse} de plus de 1 mm/min. entre les lectures est inadmissible.

Quand un échantillon est cisailé sous une contrainte normale constante et que l'on dispose d'au moins quatre lectures séparées, s'indiquant pas plus de 5 % de variation dans la résistance au cisaillement le long un déplacement de cisaillement de 1 cm, alors il est possible d'établir la valeur de la résistance résiduelle.

Consécutivement à l'essai il faudra mesurer le bloc, le retourner, en prendre des photos en couleurs et le décrire en détail. On déterminera la position, la direction et le pendage de la surface cisailée. Les échantillons de roche, les matériaux de remplissage des fissures et les débris de cisaillement servant aux essais de laboratoire menés parallèlement.

CALCULS

Une courbe de la "consolidation" (fig. 11) est établie durant le stade d'essai.

Le temps t_{100} est déterminé au moyen de deux tangentes tracées dans la partie inférieure de la courbe.

Le temps, à partir du début de la charge de cisaillement jusqu'à atteinte de la résistance maximale, doit être supérieur à 6 s t_{100} . Ceci permet de réduire la pression interstitielle.

La moyenne des lectures des différents déplacements est faite en vue d'obtenir des valeurs moyennes des déplacements au cisaillement et déplacements normaux.

Les déplacements latéraux (dans le sens oblique par rapport au déplacement de cisaillement) doivent être observés également et être pris en considération, le cas échéant, pour le calcul de la surface de contact corrigée (voir fig. 9).

La résistance au cisaillement τ [MPa] et la contrainte normale σ_n [MPa] se calculent comme suit (voir fig. 10 et 16):

$$\tau = \frac{P_s \left| \frac{100}{A} \right|}{100} = \frac{P_{ss} \cdot \cos i}{A}$$

$$\sigma_n = \frac{P_n \left| \frac{100}{A} \right|}{100} = \frac{P_{nn} + P_{ss} \sin i}{A}$$

- P_s [N] = force de cisaillement totale (ou P_{ss})
 P_n [N] = force normale totale
 P_{ss} [N] = force de cisaillement appliquée
 P_{nn} [N] = force normale appliquée
 i [°] = angle d'inclinaison de la force de cisaillement appliquée vers le plan de cisaillement
 (si $i = 0$, alors $\cos i = 1$ et $\sin i = 0$)
 A [m²] = surface de recouvrement du plan de cisaillement (correction afin de tenir compte du déplacement de cisaillement)

Dans la mesure où ϵ est plus grand que 0, la force normale appliquée devrait être réduite de la valeur $P_{gn} \cdot \sin \epsilon$ après chaque augmentation de la force de cisaillement (= force tangentielle). Ceci permet de maintenir la contrainte normale à peu près constante.

Afin de pouvoir compenser les changements d'une surface, on peut diminuer la force normale appliquée de la valeur suivante:

$$\frac{P_n [kN] \cdot \delta_{Lg} [mm]}{Y_{20}}$$

En rapport avec l'orientation de la surface de cisaillement

$\delta_{Lg} [mm]$ = déplacement au cisaillement ou déplacement tangentiel

$\delta_n [mm]$ = déplacement normal ou déplacement vertical

(voir fig. 9 et 10).

Il faut toujours tenir compte du poids propre et de l'orientation de l'application des forces lors des calculs.

Établir des graphiques pour chaque bloc d'essai

force tangentielle - déplacement tangentiel

dépl. tang. (-cis.) - déplacement normal

et

force - temps

déplacements - temps

(voir fig. 15, 16 et 17, 18).

A côté de la force de cisaillement [kN] on utilise plus tard

- après conversion - la résistance au cisaillement [kPa]

(voir fig. 19, 20, 21).

Direction de cisaillement

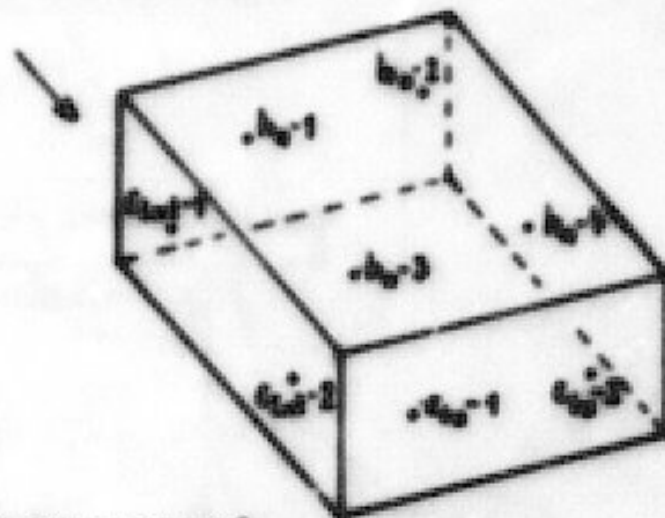
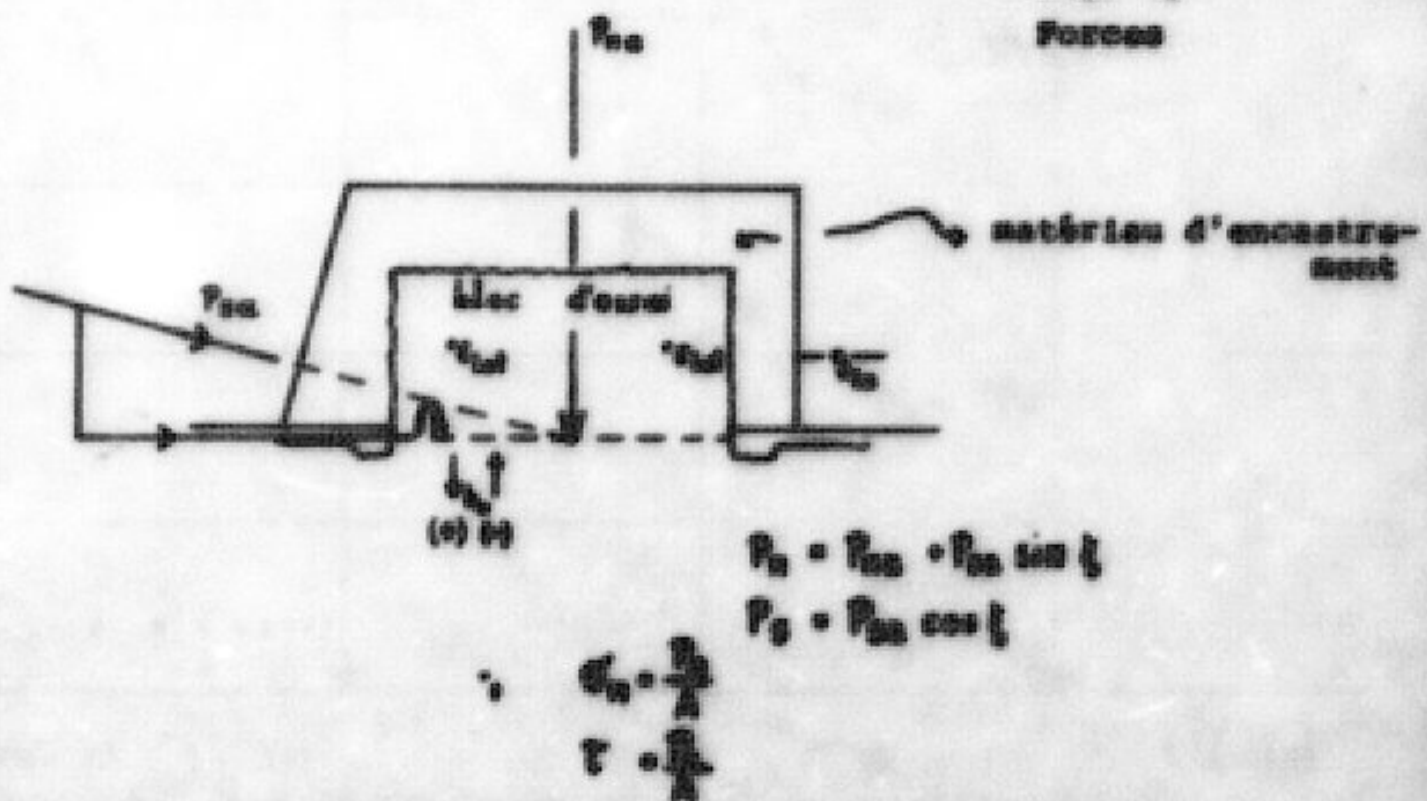


Fig. 9
Disposition des
comparateurs de
déplacement
(nombre min. = 8)

e_n déplacement normal
 e_{cs} déplacement au cisaillement
 e_{lat} déplacement latéral

Fig. 10
Forces



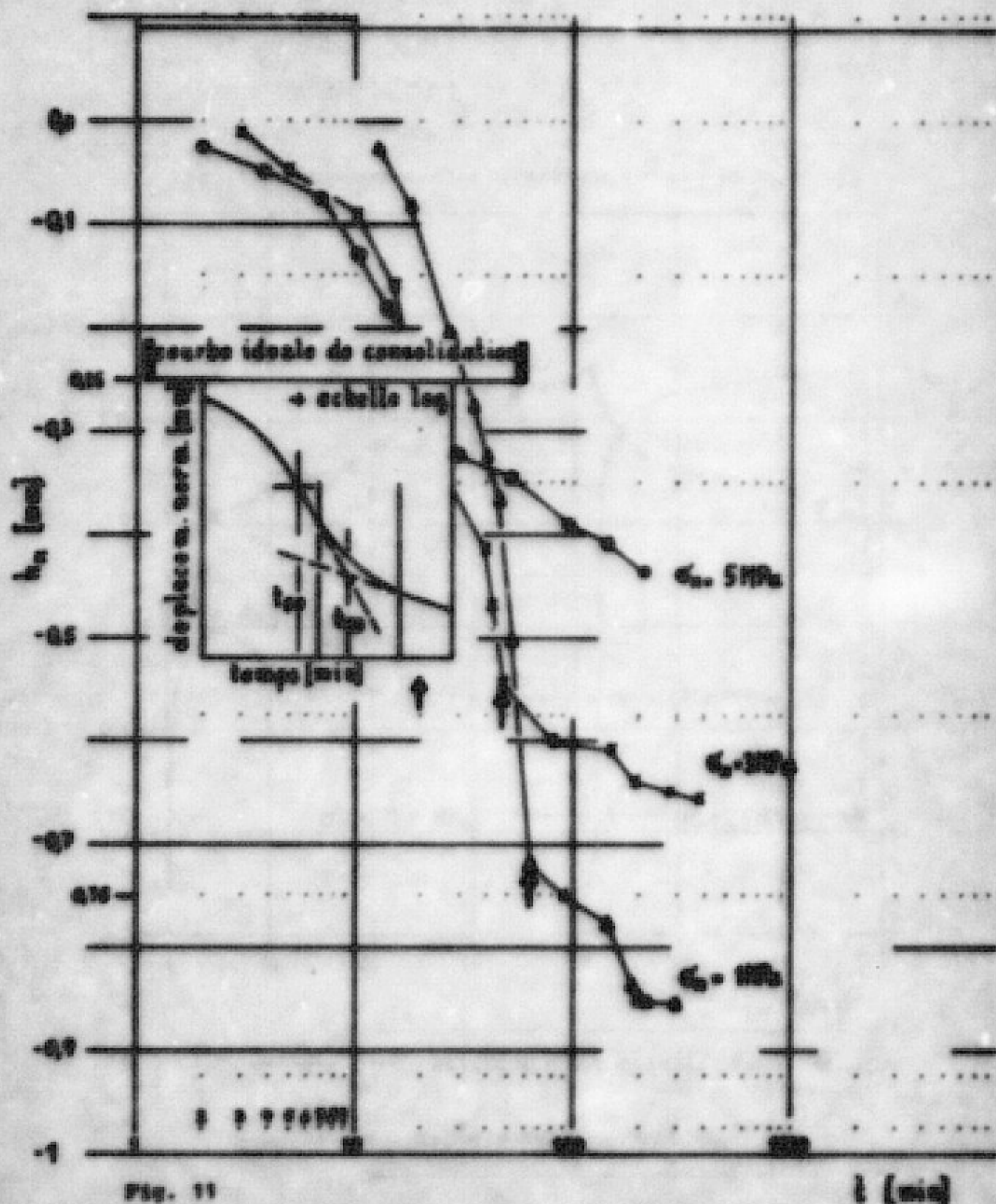
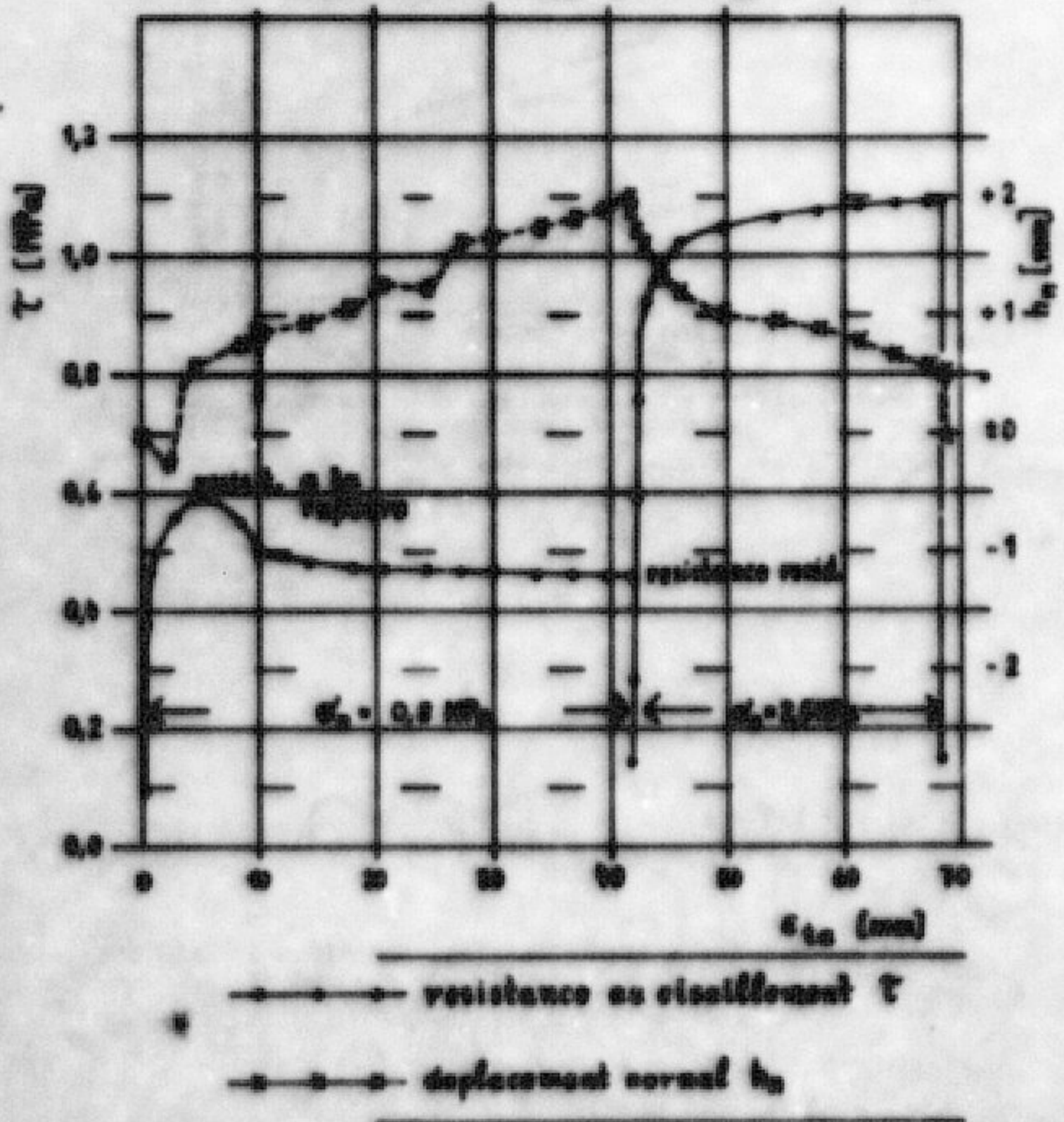


Fig. 11

Courbes de consolidation pour un essai de cisaillement à trois cycles.

Chaque consolidation pour une force normale indiquée est effectuée avant application de la prochaine force de cisaillement.

Fig. 12: Représentation graphique $\tau - \epsilon_{12}$ et $h_n - \epsilon_{12}$



Notes:

$P_2 = 1 \text{ Pascal} = 10^{-5} \text{ bar}$ (voir pages 3 et 4)

$\text{MPa} = 1 \text{ Mégapascal} = 10^6 \text{ Pa}$ (voir page 3)

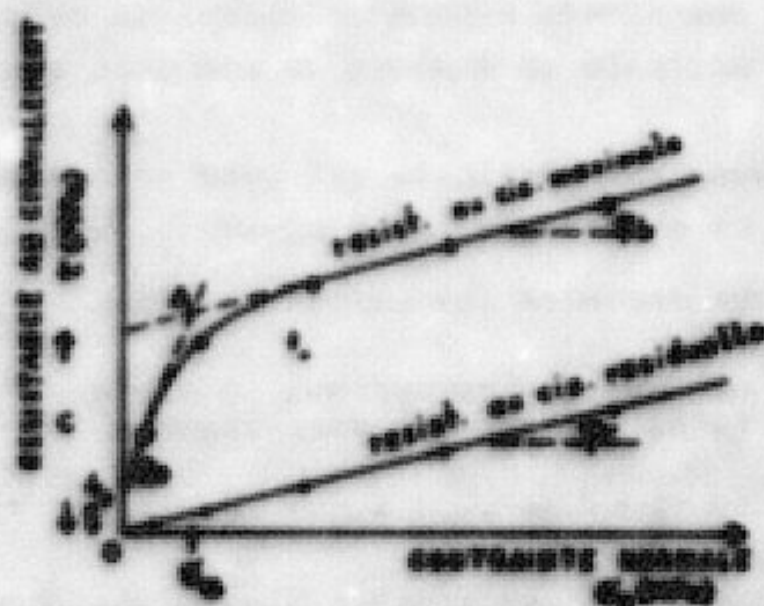


Fig. 13: Diagramme

Résistance au cisaillement vers
contrainte normale

(plusieurs essais avec différents σ_n max)



$$\varphi_s = \varphi_n + i$$

Fig. 14: L'angle "i" indique l'inclinaison des aspérités
de surface

Les graphiques permettant de reconnaître les caractéristiques normales annuelles et chaque échantillon de la contrainte normale au cours du processus de cisaillement.

En combinant tous les résultats des essais on obtient les courbes suivantes de la résistance au cisaillement (Fig. 13):

θ_0 [°] angle de frottement apparent sous contrainte normale σ_0

θ_0 [°] angle de frottement apparent au dessus du niveau de la contrainte normale σ_0 (point 3)

θ_r [°] angle de frottement résiduel

σ^0 [MPa] ordonnée à l'intercepter
niveau de résistance au cisaillement normale

σ^r [MPa] ordonnée apparente sur un niveau d'une résistance correspondant à θ_0

La résistance de pointe au cisaillement est définie dans le graphique ci-dessus en tant que résistance au cisaillement normale ou résistance à la rupture (voir Fig. 13).

La résistance au cisaillement résiduelle est celle qui se fait plus l'objet d'une diminution ou d'une augmentation après apparition de la rupture initiale que le déplacement de cisaillement résiduelle (voir Fig. 13).
On parle d'une résistance au cisaillement à peu près constante.

La véritable résistance résiduelle s'est obtenue qu'après un déplacement de cisaillement bien plus long que l'on puisse atteindre au cours d'un essai.

Les courbes des résultats ne sont qu'approximatives et ne doivent être considérées qu'en relation avec toute la courbe de résistance au cisaillement - déplacement au cisaillement.

Ad ϕ_a : Le point 'A' dérive de la plus grande courbure de la courbe de la résistance au cisaillement maximale (fig. 13). Cette courbure apparaît suite au cisaillement de fortes aspérités de la surface de cisaillement (voir fig. 14).

Pour ϕ_a il faut noter le ϕ_n y appartenant.

Valeurs est $\phi_a = \phi_n + 1$

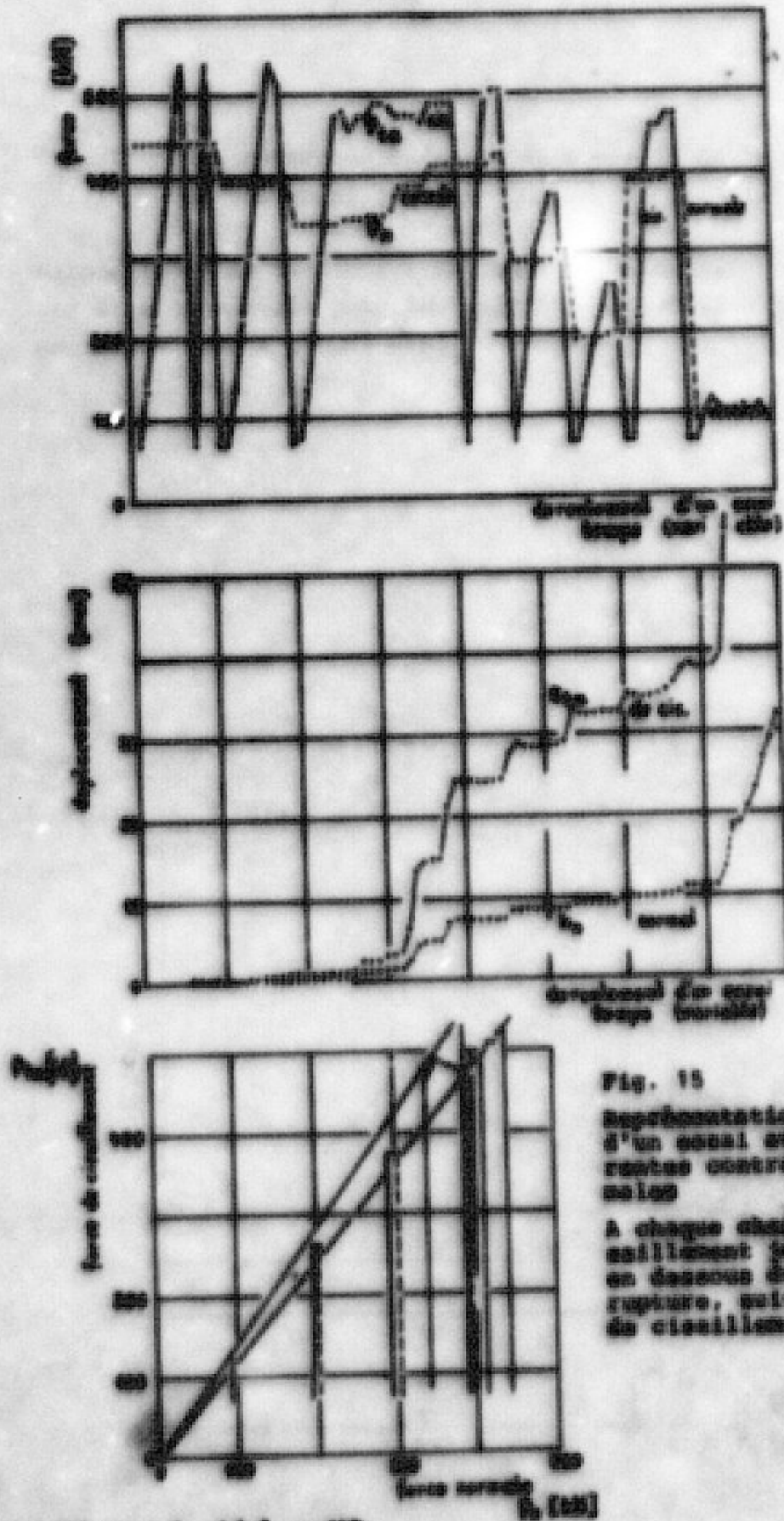
ϕ_n [°] = angle de frottement pour des surfaces lisses et planes de roche sur roche

i [°] = inclinaison des aspérités de surface (voir fig. 14).

- Réprésentation des Résultats -

Le rapport doit comprendre ce qui suit:

- a) un schéma, une ou plusieurs photos ainsi qu'une description détaillée de l'équipement servant aux essais et une description des méthodes relatives à la préparation des échantillons et des essais.



廖山明、曹德

Representative graphique
d'un canal avec diffé-
rentes contrainte nor-
males

A chaque charge de cisaillement jusqu'à juste en dessous du point de rupture, soit une décharge de cisaillement.

SECRET

Fig. 16 Détermination de ϕ et "c" à partir de la représentation graphique $\tau - \sigma_n$

Selon l'avis de la plupart des experts la cohésion ne doit pas être considérée pour les calculs de stabilité dans la mesure où elle apparaît dans la roche.

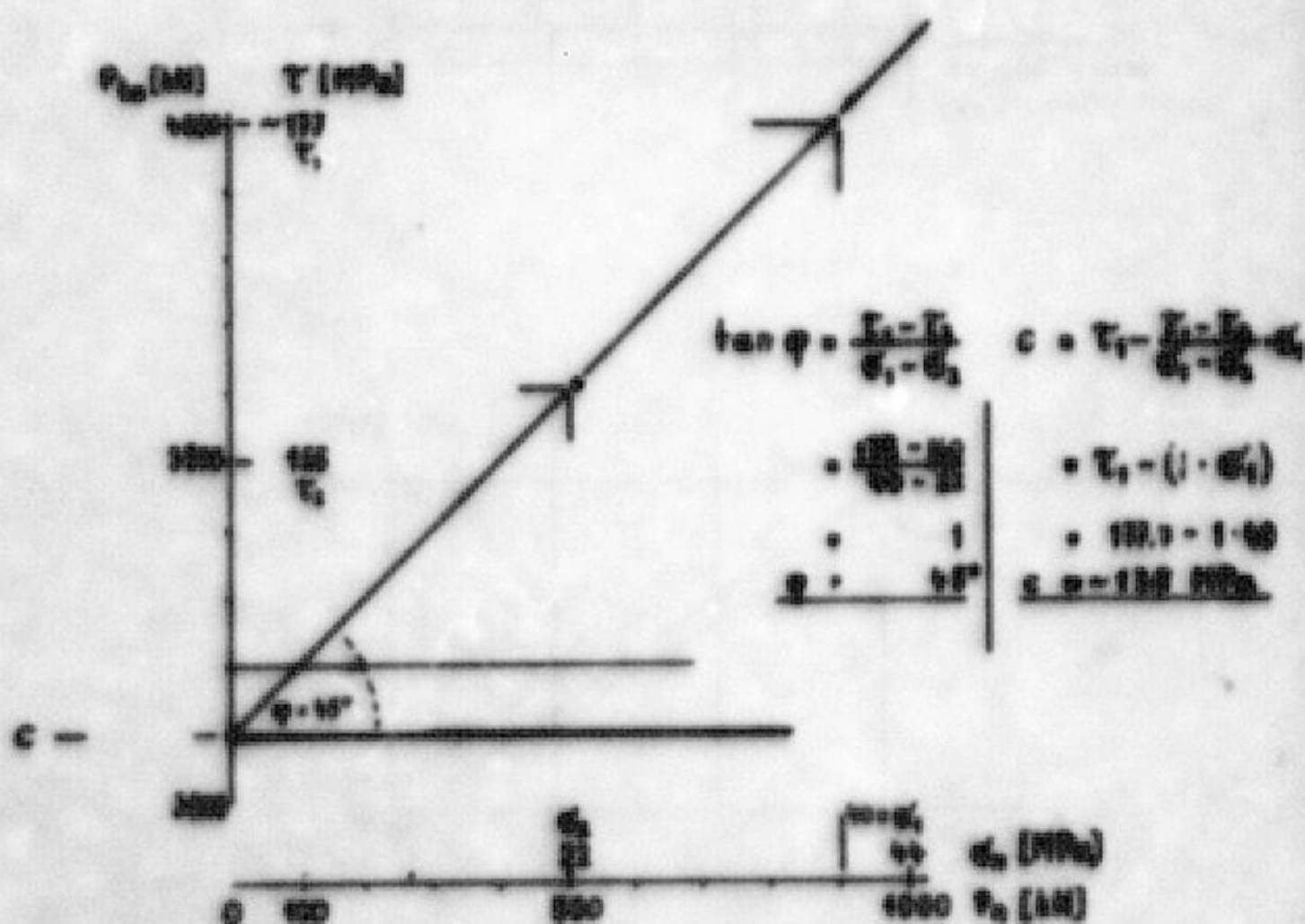
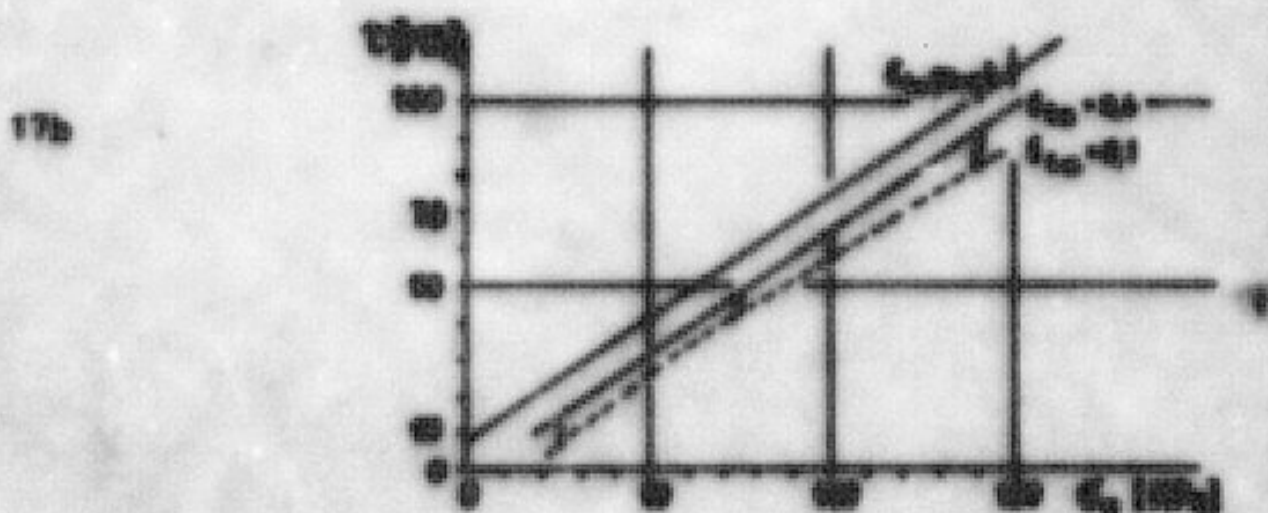
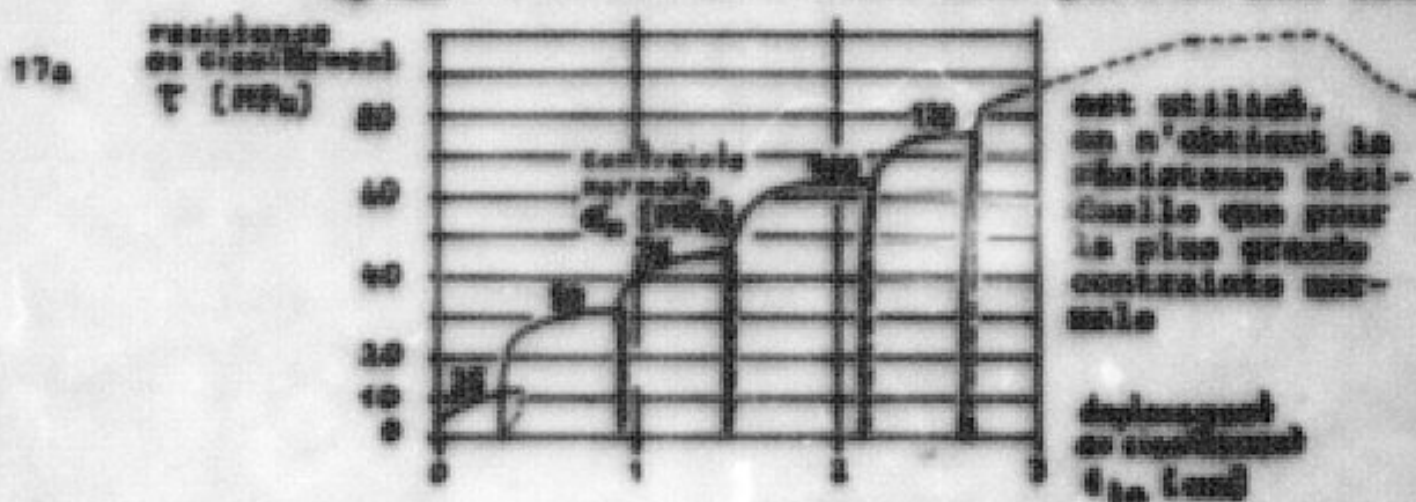


Fig. 17a Représentation graphique $\tau - \epsilon_{ta}$ avec différents cycles de charges

Fig. 17b Représentation graphique $\tau - \sigma_n$ (obtenue à partir de la fig. 17a)

Afin de pouvoir utiliser un seul bloc pour plusieurs cycles, il est d'usage de ne cisailer celui-ci jusqu'à la rupture totale que la dernière fois ($\epsilon_{ta \max}$). Dans ce cas, c'est-à-dire quand un seul bloc



- b) Pour chaque échantillon il faudra pouvoir disposer d'une description géologique de la roche intact, de la surface cisailée, des matériaux de remplissage des fissures et des débris.

En supplément il y a les résultats de laboratoire relatifs à des échantillons prélevés en même temps au même endroit (tels que p. ex. limites d'Atterberg, teneur en eau, granulométrie du matériau de remplissage) ainsi que les coupes d'aspérités dans le bloc de roche.

- c) Photos de chaque surface cisailée. Lieu, dimensions de la surface, direction et angle de pendage.

On note la direction de cisaillement et toutes les particularités du bloc.

- d) Pour chaque bloc d'essai on établit différentes graphiques.

Toutes les valeurs dérivées, surtout celles de la résistance au cisaillement maximale et de la résistance résiduelle y compris les fonctions s'y rapportant (contrainte normale, déplacement tangentiel et déplacement normal) doivent être représentées en tableaux.

Tableau No. 1

Paramètres de cisaillement direct in situ obtenus en
différents lieux

$\frac{\sigma}{\sigma_0}$ à la rupture	"c" [MPa]	s i t e	auteur/année
40 à 50	0	calcaires stratifiés du Jura, à Eorn (Solothurn), Suisse	Lachar et Rieder 1970
45	140	calcaires de Rorschach, Alpes bernoises Allemagne	Rieder 1968
26 à 31	3 à 1	"Gneiss" et "Mylonite" d'âge éocène Barr, Allemagne	Rieder 1968

Beaucoup d'auteurs ne considèrent pas nécessaire de tenir
compte de la cohésion de la roche lors du calcul de stabilité

5.0 CONCLUSION

Jusqu'ici on n'a toujours pas pu commencer les essais de cisaillement in situ.

Comme déjà mentionné dans la Note adressée à l'Administration du Projet de Sidi Saad à Sousse, le 4 Juillet 1977, il a fallu commander du matériel complémentaire en R.F.A., entre autres deux perceuses et une scie de roche. - Ce matériel n'est toujours pas livré.

Par ailleurs la galerie G 5 (marne) nécessite un boitage.

Le rendement du personnel local, en ce qui concerne la préparation des blocs, pourrait être meilleur.

Pour la disposition et la supervision des essais toujours un homologue tunisien, sorti d'une école supérieure.

Le ciment requis a été procuré par l'Administration tunisienne le 1^{er} Septembre 1977.

Sousse, le 7 Novembre 1977



(Dr. Giselher BÖHM)

6.0 LITERATURE

"Wasser", 1970: Die Talparrten Österreichs.
Heft 18, Wien, Autriche, verl. des Österr. Wasservirtschafts-
verbandes

"BAUSCHUB", 1973: DIN-Taschenbuch No. 36
Baugruben, Baugrund
Bauh-Verlag GmbH, Berlin, Köln u. Frankfurt/M.

Dauvau, Cohen, Lallemand, 1970 (?):
Dictionnaire du Français vivant.
Ed. GALLIARD, Paris, Bruxelles, Montreal

Born, A., 1963:
Die Scherfestigkeit von Schluff
Dissertation an TH Aachen, Institut für Grundbau usw.
Westdt. Verlag Köln und Opladen; Forschungsberichte
des Landes Nordrhein-Westfalen, No. 1346

ISRM, 1973 (?):
Suggested Method For In Situ Determination Of Direct
Shear Strength
(?) Internat. Society Of Rock Mechanics.
- Société INTERNATL, Benthelm et Salzburg

Réunion d'Ingénieurs, 1974:
Mécanique des Sols
Edition Eyrolles, Paris

Acquisition de matériel entre le 1^{er} Juin et le 1^{er} Novembre 1977
en rapport avec les essais de cisaillement direct in situ prévus
à Sidi Saad (suite de l'Annexe 12 du rapport CR 14)

Remarques: voir A 48 - la perceuse METABO a été trouvée hors
d'état de servir dans la galerie G 3 le 6 Juillet 1977
Ceci est dû à l'utilisation incorrecte par les per-
sonnel local. Un nouveau interrupteur ainsi que la
pièce intérieure du rotor-accumulateur ont été com-
mandés en R.F.A. mais n'ont pas encore été livrés.

Les deux pièces mentionnées n'ont été remises
M. Ammar, Ingénieur Principal, le 3 Nov. 1977;
elles seront montées sans tarder dans la galerie
(Fournisseur: METABO-Werke, 7440 Murtlingen,
R.F.A.)

B 1	feuille transparente en nylon, 15 m (0 ^e 330/m)	3,300 DM
B 2	outils divers de chez REVOLON, 92, Av. de Carthage (v. A 22 d'Ann. 12) Tunis	20,500 DM
B 3	rayonnages, deux pièces (à 3 cases)	74,000 DM
B 4	toile de tente, ronde, 2	795,00 DM
B 5	engins anti-poussière PINELLI (10/123, -2/2 polimash), 4, v. aussi A 44 et A 50 de l'Annexe 12	100,00 DM
B 6	brosses métalliques, 4; v. A 54	4,40 DM
	brosses métalliques, 4	1,470 DM
B 8	sauto-disque, 10, v. A 35	10,570 DM
B 9	bâches 2, v. A 56	2,000 DM
B 10	balafres BOUCH-CHAM, 22 L 4, No. 7 100 cm 8 m, 120 V, longueur 40 cm; v. A 44 et A 47 de l'Ann. 12	10,000 DM

B 11	câble mine No. 13 de PACHA, v. B 2 WIKER, S.P. 33, 91 420 Mungia / PACHA	1,280 DT
	câble divers	21,000 DT
B 12	sangles anti-poussière: v. B 5	15,000 DT
B 13	câble B 07 BP-F, 16 3,5 mm ² (No. 42 351 104) Vereinigte Braut- u. Kabelwerke Gmbh/Hoydt; longueur 100 m	635,50 DM
B 14	tambour de câble, 2 pièces, diamètre 30 cm	470,60 DM
B 15	lampes de poche VARTA, No. 619 101 111, longueur 24 cm, 2 pièces, chacune avec 3 piles- mono, 1,5 V spécial, 213 V 1 BUN 30, longueur 5,7 cm, diamètre 3,0 cm	37,60 DM
B 16	prises de courant (fiches), 9	48,90 DM
B 17	halodrome, 3 pièces, 60 W; B 27, No. BP1-82104 hauteur 20 cm, diam. 10 cm; ampoules LUMEN 220-230 V, 60 W, 5 pièces v. annex 29	61,50 DM
	B 13 à B 17 = DM 1.478,-, y compris frais de transport aérien et taxes facture No. 61 834	
B 18	lignes, 2	1,500 DT
B 19	ampoules, 14, 60 W à vie (0 ^d 140)	1,960 DT
B 20	piles pour lampe de poche, 14, (0 ^d 110)	1,540 DT
B 21	roule-déroule de transoupe, 30 v. B 8 et B 34, largeur 810 mm, entraînement, 6200 tr/min.	31,740 DT
B 22	lanceurs à pétrole, 5 (0 ^d 130)	4,650 DT
B 23	câble de serrage pour ampoules BUN	5,000 DT
B 24	longue, pour groupe électrogène (v. B 25), No. B 175 V 3 de BUN (ou J 8 de BUN) 10	37,75 DM

B 25	table en bois servant de bureau pour les géomètres B 3 et B 4 (anciennement des résultats des essais de cribllement) Longueur 1,50 m. surface sup. 0,40 x 0,40 m	15,000 0F
B 26	ciment, 3 sacs, total = 150 kg. fournis par l'Administration (M. Jany) le 10/10/77 Portland artificiel CEM 250/315, norme P 15-253 marque Broyeuse - Djebel Djelloud	
B 27	cuvette en matière plastique, 2 pièces	2,520 0F
	chiffon, 5 pièces	1,950 0F
	chiffon à l'essence, 11 pièces	3,550 0F
B 28	blocs de chauffe, 7 pièces pour les travaux dans la galerie (combustibles)	44,035 0F

Remarque: voir A 53 - perceuse ABC

Cet appareil est hors de service depuis le
12 Octobre 1977, dû à l'inadvertance du personnel
local; une bobine est grillée.

Il faudra éviter de faire passer le poids du buste
sur la poignée de la perceuse

B 29	jeux de charbons pour moulure PEUCHOT, 2 pièces (à 2,067)	4,137 0F
------	--	----------

B 25	table en bois servant de bureau pour les gâcheries G 3 et G 5 (inscriptions des résultats des essais de cisaillement) hauteur 1,20 m. surface sup. 0,60 x 0,60 m	15,000 DT
B 26	ciment, 3 sacs, total = 150 kg, fournis par l'Administration (M. Amer) le 1 ^{er} Sept. 1977 Portland artificiel CPA 250/315, norme P 15-303 usine Hypochs - Djebel Djelloud	
B 27	couette en matière plastique, 2 pièces	2,530 DT
	chiffon, 5 pièces	1,900 DT
	chiffon à ponçage , 11 pièces	3,250 DT
B 28	blous de chauffe, 7 pièces pour les travaux dans la galerie (combinaisons)	44,035 DT

Remarque: voir A 53 - perçonne ABC

Cet appareil est hors de service depuis le
12 Octobre 1977, dû à l'indisponibilité du personnel
local; une bobine est grillée.

Il faudra éviter de faire passer le poids du buste
sur la poignée de la perçonne

B 29	jeu de charbons pour analyse FUSCHT, 3 pièces (à 1,657)	4,937 DT
------	--	----------

BIBLIOGRAPHIE RELATIVE A LA STABILITE DES TALUS EN TERRE

Bischoff, J. et R. Chubb, 1973

Introduction au rôle de l'eau sur la stabilité des barrages
La Houille Blanche, Vol. 28, No. 1/2, pp. 449-459, Grenoble

Bishop, A.W., 1955

The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes
Geotechnique 5, No. 1, 7-17, London

Bishop, A.W. et Bjerrum, L., 1960

L'utilisation des essais triaxiaux pour la résolution des problèmes de stabilité

Bergs Geotekniske Institut, Oslo, Norvège

(Traduction de l'anglais: L.C.F.C. à Paris, 63 T.78)

Bishop, A.W. et E. Morgenstern, 1960

Stability coefficients for earth slopes

Geotechnique 10, No. 4, 129-150, Londres

Bjerrum, L., 1967

Progressive Failure in Slopes of Overconsolidated Plastic Clay and Clay Shales

ASCE, J. of Soil Mech. Found. Div., 93, No. SM 5, 1-49, New York

Bjerrum, L., 1968

Risiken ved ~~slutninger~~ i forbelastet tonen

NIL Publ. 81, Oslo, Norvège

Broth, H., 1956

Einige Bem. über die Standsicherheit von Böschungen u. Böschungen

Geotechnik 33, H. 1, 9-12, Berlin

Chan, W., et al., 1975

Stability of slopes in anisotropic nonhomogeneous soils

Canad. Geotechn. Journ. 12, 146-152, Montreal (Ottawa)

Dore, D.O. and F.D. Patton, 1971

Slope Stability in Residual Soils

Proced. 4. Panamerican Conf. Soil Mech. Found. Eng.,

pp. 87-170, San Juan, Puerto Rico

Eiro, E., 1970

Die Entscheidung vom 20.11.1966 uzw. der Rhein. Braunkohlenwerke AG

Fortschritte Geol. Rheinland u. Westf. 17, 361-378, Bielefeld

Eisenberger, E., 1973
Standsicherheit von Böschungen
Hochbauten Inst. f. Boden-, Felsmeh. usw.
Dissertation. TH Graz, Steiermark, Austria

Feld, J., 1973
Foundation Failure. - Civ. Engineering. ASCE, June, pp. 69-92
New York

Fellenius, W., 1947
Berechn. der St. d. Böschung u. Koh. und unter Annahme kreiszylindr.
Gleitflächen - Berlin

Frühlich, O. E., 1954
General Theory of Stability of Slopes
Proceedings European Conf. on Stab. of Earth Slopes, Vol. 1, 40-56

Göhner, G. und H.-J. Leinenkugel, 1974
Erosion und Sedimentation im Boden
Der Bauingenieur 49, 285-293, Springer, Berlin u. Heidelberg

Gutmann, P., 1974
Über den Einfluss unterschiedl. Wasserdruckansätze auf die
Standsicherheit von durchströmten Böschungen
Bauingenieur 49, No. 8, 298-301, Springer Berlin

Jachn, W., 1954
Stability Analysis of Slopes with Dimensionless Parameters
Bacc. Harvard University

Kay, H., 1934
Erdbruch, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes
Berlin

La Rochelle, P., Tavenas, F.A. et M. Roy, 1974
Les Problèmes de Stabilité Dans Les Dépôts Argileux Du Québec
L'Ingénieur (EPRI), 4-12, Montreal

Lappink, H. und H. Müller-Birchmeier, 1947
Einige Beispiele zur Berechn. u. Sanierung von Böschungen
Veröffentl. Inst. Boden- u. Felsmeh., Heft 24, TH Friedland
Karlsruhe

Loggins, H., 1968
Stability Charts For Earth Slopes During Rapid Drawd
Geotechnique, 18, 2, 121-131, London

Morgenstern, H.R. and V.E. Price, 1965
The analysis of the stability of general slip surfaces
Geotechnique 15, pp. 79-93, London

Neuber, H., 1968
Untersuchung der Standsicherheit hoher Böschungen
nach der sog. Streifenmethode
Fortschritte Geol. Mineral. u. Huttw. 15, 245-262, Braunschweig

Noble, H. L., 1973
Residual Strength And Landslides in Clay And Shale
Journ. Soil Mech. Found. Div., ASCE 99, No. SM 9, 708-719, N. York

Now, P.W., 1968
Failure of foundations and slopes on layered deposits in relation
to site investigation practice
Inst. of Civil Engrs. Proceed. Suppl. Paper 70 575, pp. 73-131
W. Clowes and Son, London

Salma, S. K., 1973
Stability analysis of embankment and slopes
Geotechnique 23, No. 3, 423-433, London

Schormann, H., 1976
Standsicherheit von bebauten Sand- u. Kiesgrubenböschungen
Wasser und Boden, 2, 30-34, Paray Hamburg

Schubert, A., 1973
Böschungen - Halden - Rippes
VGB Stech. Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig

Schulte, H., 1973
Standsicherheitsuntersuchungen für Tagebauböschungen in
vorwiegend bindigen Böden
Braunkohle, Heft 6, Band 37, 176-183, Düsseldorf

Schultze, E., 1966
Standsicherheit von Böschungen und Geländesprünge
in - Gräben - Taschenbuch, 78-91, Band 1, 2. Auflage
Verlag W. Ernst u. Sohn, Berlin u. München

Siedek, P. and W. Dinsler, 1969
Die Standsicherheit von Böschungen auf wenig tragfähigem Untergrund
Straßen- und Tiefbau 11, 1039-1042, Heidelberg

Sior, G., 1961
Die Definition der Standsicherheit von Böschungen
Diss. TU München

Sior, G., 1961
Grenzgleichgewicht u. Standsicherheit von Böschungen in
einfachen Fällen
Der Bauingenieur, 36. Jg., Heft 11, 423-425, Berlin

Sior, G., 1963
Der Einfluß des Porenwasserdrucks auf die Standsicherheit
von Böschungen
VSI-Zeitschrift, 104, No. 30, S. 1566-1568, Düsseldorf

Shampton, A.W., 1948
The $\phi = 0$ analysis of stability and its theoretical basis
Proc. 2nd Int. Conf. Soil Mech. 1, 72-78

Shampton, A.W., 1964
Long term stability of clay slopes
Geotechnique 14, No. 2, 77-103, Londres

Smolitsky, U., u.a., 1970
Kolloquium - Standsicherheit von Böschungen
Neugrundtagung in Düsseldorf, 363-324, DGBG in Essen

Song, von, P., 1970
Standsicherheit von Böschungen
VSI-Berichte, No. 142, 45-53, Düsseldorf

Striegler, W., 1973
Baugrundlehre für Ingenieure
Werner-Verlag, Düsseldorf

Striegler, W. und D. Werner, 1969
Baugrunder in Theorie und Praxis
voir pages 122-123, Springer, Wien u. New York

A d d e n d a

Küster, Th. und H. Breth, 1977

Zur Standsicherheit eines Steinschüttungswalles mit einem Loch
in der Oberflächenschichtung

Wasserwirtschaft 27, B. 1, 11-15, Stuttgart

Mitchell, J. R. and E. J. Woodward, 1973

Clay Chemistry And Slope Stability

ASCE, J. Soil Mech. Found. Div., 99, No. SM 10, Oct.,

Techn. Notes, 905-912, New York

Wright, St. G., Bullock, P. B. and J. B. Duncan, 1973

Accuracy Of Equilibrium Slope Stability Analysis

Proc. ASCE, J. Soil Mech. And Found. Div., 99, No. SM 10, Oct.

783-791, New York

FIN

... **47** ...

VUM