

HEWLETT-PACKARD

HP-67/HP-97

Béton armé ~ Structures



Les programmes figurant dans ce fascicule sont sans garantie d'aucune sorte. Par conséquent, la Société HEWLETT-PACKARD n'assume aucune responsabilité, consécutive ou non à l'utilisation de ces programmes ou de ce document.

TABLE DES MATIERES

- INTRODUCTION	P. 4
- FLEXCOQCQ. SYSTEMES DE REPERAGE	P. 6
- FLEXCOQCQ AXE S ET AXE M - METHODE DE CALCUL ITERATIF DE MONSIEUR PIGEAUD.	P. 7
- FLEXCOQCQ AXE X ORIENTE VERS LE BAS FLEXCOQCQ AXE S	P. 9
- FLEXCOQCQ. CALCUL DES ACIERS. HYPOTHESE DE LA LARGEUR AU NIVEAU DE L'AXE NEUTRE.	P. 11
- FLEXCOQCQ AXE S - CONVENTION DES SIGNES POUR M ET N	P. 12
- FLEXCOQCQ. INTRODUCTION DES DONNEES	P. 13
- FLEXCOQCQ. INTRODUCTION DES DONNEES I.D.	P. 14

I - PROGRAMMES GENERAUX

1 - MUR 1,1 - LONGUEURS LIBRES DE FLAMBEMENT DES MURS. DTU 23.1. DESCENTES DES CHARGES DANS LES IMMEUBLES D'HABITATION.	P. 16
MUR 1,2 - LONGUEURS LIBRES DE FLAMBEMENT DES MURS DTU 23.1. CAS GENERAL QUELCONQUE	P. 22
2 - MUR 2 - CHARGES PORTANTES DES MURS. CALCUL DES ACIERS D'APRES LE DTU 23.1.	P. 26
3 - POTEAU - CHARGES PORTANTES DES POTEAUX. CALCUL DES ACIERS D'APRES BA 68.	P. 31
4 - DALLE - MOMENTS D'UNE DALLE RECTANGULAIRE UNIFORME- MENT CHARGEE D'APRES LE BA 68 EN APPUIS SIMPLES SUR LES 4 COTES.	P. 36
5 - FLECHE DALLE 1. DALLE PORTANT DANS UN SEUL SENS D'APRES BA 68. CALCUL DES ACIERS ET FLECHE.	P. 39
6 - FLECHE DALLE 2. DALLE PORTANT DANS LES 2 SENS D'APRES BA 68. CALCUL DES ACIERS ET FLECHE.	P. 45

II - FLEXCOQCQ A

1 - CALCULS DE FERRAILLAGES EN FLEXION COMPOSEE D'UNE SECTION EN Té.	P. 51
---	-------

2 - FLEXION COMPOSEE. CALCUL DES ARMATURES COMPRIMEES.	P. 58
3 - DONNEES NUMERIQUES RELATIVES AUX ARMATURES.	P. 67
4 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS DECOMPOSEES EN RECTANGLES ET EN PETITS ELEMENTS. MATERIAU HETEROGENE TYPE BETON ARME.	P. 74
5 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES. SECTIONS DECOMPOSEES EN RECTANGLES ET EN TRAPEZES (OU TRIANGLES)	P. 81
6 - VERIFICATION DES SECTIONS.	P. 85
7 - REPARTITION DE L'EFFORT DU VENT ENTRE PLUSIEURS REFENDS.	P. 94

III - FLAMBCOQCQ 68

FLAMBEMENT DES POTEAUX D'APRES BA 68.

1 - SECTION RECTANGULAIRE	P. 99
2 - SECTION EN Té OU EN U	P.106
3 - SECTION ASSIMILABLE A 3 ELEMENTS RECTANGULAIRES	P.111
4 - SECTION COMPOSEE D'ELEMENTS DONT ON CONNAIT, IG, g, S.	P.116
5 - SECTION CIRCULAIRE.	P.120

IV - FLEXCOQCQ B

1 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE SECTIONS DECOM- POSEES EN RECTANGLES ET EN PETITS ELEMENTS. MATERIAU HOMOGENE.	P.126
2 - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES. SECTION EN Té.	P.131
3 - CALCULS DE FERRAILLAGE EN FLEXION SIMPLE, D'UNE SECTION RECTANGULAIRE.	P.134
4 - CALCULS DE FERRAILLAGE EN FLEXION SIMPLE, D'UNE SECTION EN Té.	P.138

- 5 - FLEXION SIMPLE. CALCUL DES ARMATURES COMPRIMEES. P.143
6 - CALCULS DE FERRAILLAGE EN FLEXION COMPOSEE D'UNE P.150
SECTION RECTANGULAIRE.

REMARQUES

FLEXCOQCQ A

EST LA PARTIE PRINCIPALE D'EMPLOI DU PROGRAMME FLEXCOQCQ, QUI PERMET LA RESOLUTION DE PROBLEMES GENERAUX.

FLEXCOQCQ B

EST UNE PARTIE MOINS GENERALE D'APPLICATION DE FLEXCOQCQ ; CE SONT DES CAS PARTICULIERS DE FLEXCOQCQ A, MAIS PLUS COURANTS ET PLUS COURTS AU POINT DE VUE ECRITURE ET EXPLICATIONS.

FLAMBCOQCQ A - SECTION RECTANGULAIRE

COMPREND DES EXEMPLES DE RESOLUTION DE FLEXION COMPOSEE PLUS GENERAUX QUE CEUX PRESENTES DANS FLEXCOQCQ, EN PARTICULIER DES EXEMPLES POUR UNE SECTION ENTIEREMENT COMPRIMEE, PARTIELLEMENT COMPRIMEE AVEC CENTRE DE PRESSION DANS LA SECTION ET PARTIELLEMENT TENDUE AVEC CENTRE DE PRESSION HORS DE LA SECTION.

INTRODUCTION

Le programme FLEXCOOCCQ a été élaboré à partir de programmes développés pour le HP-65 mais non publiés :

FLEXCOOCCQ AXE S
FLEXCOOCCQ AXE M
FLEXCOTEAVACE (calcul automatique des aciers
tendus en FLEXion COmposée d'une
section en TE AVec Armatures
Comprimées Existantes)

Où la méthode itérative définie par Monsieur PIGEAUD avait trouvé place dans une soixantaine d'instructions.

La puissance très supérieure des HP-67 et HP-97 a permis à l'auteur de regrouper dans un même programme les différents programmes du HP-65 en ajoutant quelques éléments des vérifications exigées par le BA 68.

Il va de soi que ce programme FLEXCOOCCQ est loin d'avoir atteint la perfection, mais il doit donner à l'utilisateur une base immédiatement utilisable, permettant de nombreux calculs, et être un outil perfectible et transformable au gré de chacun.

L'auteur serait reconnaissant de recevoir des critiques constructives des utilisateurs et les en remercie par avance.

Les applications du programme FLEXCOQOQ étant très nombreuses (calculs des cheminées en matériau quelconque, calcul des semelles de forme quelconque soumise à une sollicitation quelconque, calcul d'un scellement de pierre agrafée, calcul de l'encastrement d'un poteau métallique sur une platine boulonnée, calcul d'une semelle rigide sur pieux verticaux, etc...)

Il n'a été possible, dans le présent manuel de n'en présenter qu'une partie.

La parution du nouveau règlement de béton armé avec calcul aux états limites étant prochaine, si un certain nombre d'utilisateurs en font la demande à l'auteur (Monsieur BERCIER, 51 Bd Auguste Blanqui 75013 PARIS), il leur sera possible de lui commander directement les programmes de calcul aux états limites (Flexion simple ou composée, section rectangulaire ou en T_E, acier naturel ou écroui, avec optimisation des aciers).

FLEXCOQOQ

SYSTEMES DE REPERAGE

Pour définir un problème de Flexion Composée, il est, en général, nécessaire d'utiliser 2 systèmes de repérage.

- Un système de repérage Ox , OQ des coordonnées x_i des sections,
- Un système de référence de la sollicitation MZ , N .

Ce n'est que dans le cas d'une section symétrique par rapport à un axe horizontal, qu'il est plus simple et utile de rapporter les 2 systèmes à la même origine, qui est le centre de gravité de la section. (Dans ce cas utiliser FLEXCOQOQ AXE M).

Dans le calcul du rayon vecteur e_i du noyau central effectué par la fonction b il est nécessaire de calculer la sollicitation au centre de gravité G du béton seul, ce que fait le programme. Ensuite pour l'ensemble de la suite des calculs la fonction b rapporte la sollicitation à l'axe Q , axe origine des coordonnées x_i .

FLEXCOQOQ AXE S ET AXE M

METHODE DE CALCUL ITERATIF DE MR PIGEAUD

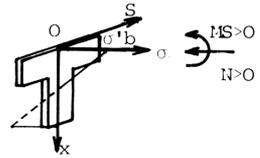
Les 2 programmes FLEXCOQOQ permettent de calculer une section de forme quelconque soumise à la flexion composée d'après la méthode itérative dont le principe a été défini par Mr PIGEAUD (formulaire du Béton armé tome I de Mrs CHAMBAUD et LEBELLE). On part, par exemple, de la section totale rendue homogène. Si les contraintes sont de même signe sur les fibres extrêmes la section est, soit entièrement comprimée et alors l'axe neutre est déterminé, soit entièrement tendue. Dans ce dernier cas, il faut retrancher tout le béton ou recommencer le calcul en ne considérant que les aciers.

Si les contraintes sur les fibres extrêmes sont de signes différents, la section est partiellement tendue, la fibre supérieure S devant être la fibre comprimée (voir remarque 1) ; une première hauteur de béton tendu est ainsi déterminée. On retranche cette première section de béton tendu, ce qui permet de déterminer une nouvelle hauteur de béton tendu à retrancher ou de béton comprimé à rajouter et ainsi de suite jusqu'à ce que cette hauteur de béton tendu devienne pratiquement nulle. Ces opérations sont obtenues avec R/S après avoir introduit toutes les sections de béton et d'aciers ou après O D (introduction d'une section de béton de largeur nulle), ou après O A (introduction d'une section nulle d'acier). R/S affiche chaque fois la nouvelle position y de l'axe neutre mesurée par rapport à l'axe de référence S ou M choisi pour la sollicitation M, N. Cette position est mesurée suivant l'axe x choisi (> 0 vers le bas dans le programme FLEXCOQOQ AXE S, > 0 vers le haut dans le programme FLEXCOQOQ AXE M). On obtient ainsi les caractéristiques de la section réduite homogène et l'on peut alors calculer les contraintes dans le béton et les aciers. Ces opérations sont effectuées automatiquement dans les 2 programmes par les fonctions de recherche de ferrailage CLFO a (armatures tendues seules) et STFO a (armatures symétriques).

REMARQUE 1 : Si la fibre supérieure S est la fibre tendue on peut, si la section de béton est simple, recommencer le calcul en inversant la figure. Si la section est compliquée et qu'on ne veuille pas recommencer le calcul il faut alors enlever le CHS au pas 028 et le placer au nouveau pas 031 pour le programme FLEXCOQCCQ AXE S, et au contraire supprimer le CHS du pas 031 et le placer au pas 028 pour le programme FLEXCOQCCQ AXE M. Si on n'effectue pas ce changement, le programme enlèvera le béton comprimé au lieu du béton tendu.

FLEXOCOQOQ AXE x ORIENTE VERS LE BAS

FLEXOCOQOQ AXE S



Considérons une section de béton armé repérée suivant un système d'axes $O'x$, $O'S'$, $O's'$, rapporté à un point O' quelconque sur l'axe vertical de symétrie de la section, $O'x$. L'axe $O'x$ est orienté vers le bas. La coordonnée d'un point courant de la section suivant cet axe $O'x$ est désignée par u ; y étant la valeur particulière de u définissant la position de l'axe neutre. L'axe $O'S'$ est l'axe de référence de la sollicitation MS' , N . Dans l'application au programme FLEXOCOQOQ AXE S cet axe $O'S'$ passe par la fibre supérieure de la section qui doit être aussi la plus comprimée. Cet axe $O'S'$ est dénommé par la suite AXE S. L'axe $O's'$ est orienté dans le sens des compressions. La contrainte au niveau de l'axe S' est σ_0 .

Dans ces conditions :

La contrainte σ au point courant de la section est $\sigma = m \frac{\sigma_0}{y} (y-u)$ si $\frac{\sigma_0}{y} \neq 0$

$$\sigma = \sigma_0 \quad \text{si } \frac{\sigma_0}{y} = 0$$

$$dS = m dS$$

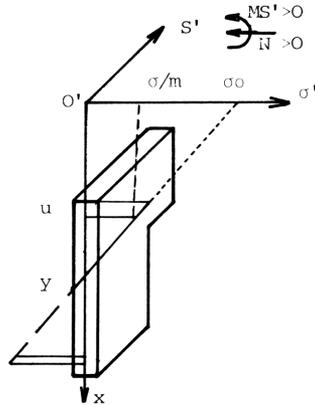
$$m = 1 \text{ pour le béton comprimé}$$

$$m = 0 \text{ pour le béton tendu}$$

$$m = 15 \text{ pour l'acier}$$

$$|N| = |\Sigma \sigma_0 dS|$$

$$|MS| = |\Sigma \sigma_0 u dS|$$



Recherche des signes

Il suffit de déterminer les signes dans un cas particulier.

Considérons l'axe S' coïncidant avec l'axe S et prenons le cas d'un effort normal de compression N seul, donc par convention N est positif ; appliquons cet effort normal N seul au centre de gravité de la section totale rendue homogène. Dans ce cas il n'y a pas de traction dans la section. La somme $\Sigma \sigma_0 dS$ est positive car la contrainte σ est positive dans toute la section, donc il faut écrire :

$$N = \Sigma \sigma_0 dS$$

Dans ce même cas, $\Sigma \sigma u ds$ est positive car $\sigma > 0$ et $u > 0$ pour toute la section ; or le moment résultant MS est par convention négatif dans ce cas, car N est en dessous de l'axe S, donc il faut écrire :

$$MS = - \Sigma \sigma u ds = M$$

donc

$$N = \Sigma \sigma ds = \Sigma m \frac{\sigma_0}{Y} (y-u) ds = \sigma_0 \Sigma ds - \frac{\sigma_0}{Y} \Sigma u ds$$

$$M = -\Sigma \sigma u ds = - \Sigma m \frac{\sigma_0}{Y} (y-u) u ds = \sigma_0 \Sigma u ds + \frac{\sigma_0}{Y} \Sigma u^2 ds$$

La résolution de ce système de 2 équations à 2 inconnues donne :

$$Y = \frac{N \Sigma u^2 ds + M \Sigma u ds}{N \Sigma u ds + M \Sigma ds}$$

$$\sigma_0 = \frac{N \Sigma u^2 ds + M \Sigma u ds}{\Sigma ds \cdot \Sigma u^2 ds - (\Sigma u ds)^2}$$

Dans le cas où l'axe S' coïncide avec l'axe S

$$\sigma_0 = \sigma' b$$

On a également

$$\frac{\sigma_0}{Y} = \frac{N \Sigma u ds + M \Sigma ds}{\Sigma ds \Sigma u^2 ds - (\Sigma u ds)^2}$$

FLEXCOQOQ

CALCUL DES ACIERS - HYPOTHESE DE LA LARGEUR AU NIVEAU

DE L'AXE NEUTRE

Pour les sections de béton armé partiellement tendues de forme quelconque l'hypothèse essentielle et qu'il ne faut pas perdre de vue (en particulier pour les sections en T \bar{e}) du programme FLEXCOQOQ employé pour le calcul des sections de béton armé partiellement tendues est la suivante :

L'on se donne a priori une valeur de la largeur de la section au niveau de l'axe neutre et l'on suppose que cette largeur est constante dans la zone où passera l'axe neutre (dont la position est pratiquement indéterminée jusqu'à la fin de la résolution du problème). En particulier pour une section rectangulaire la largeur est connue, ainsi que pour une section en T \bar{e} dont l'axe neutre tombe dans la nervure, (ce qu'il faudra cependant vérifier à la fin des calculs : si l'axe neutre tombe dans la table de compression il faut reprendre les calculs en considérant la section rectangulaire de largeur b).

Si l'on ne peut définir a priori la largeur au niveau de l'axe neutre, par exemple parce que cette largeur est trop variable, il faut alors procéder par approximations successives comme il est indiqué plus loin. Il est à noter cependant qu'est faible la répercussion des sections de béton en trop ou en moins au voisinage de l'axe neutre, donc le nombre d'itérations sera réduit.

Dans le cas où l'on a recherché en premier lieu les caractéristiques géométriques de la section de béton et que l'on continue en recherche du ferrailage, en fin de calcul il y aura lieu de retrancher ou d'ajouter les sections de béton tendu sous l'axe neutre en considérant la largeur du dernier élément introduit.

Donc pour une section de forme quelconque dont on peut approximativement évaluer une valeur de la largeur au niveau de l'axe neutre on peut introduire cette valeur dans le registre B soit directement par by STO B, soit en entrant une section de hauteur nulle ayant cette largeur par RCL A (H) by RCL A (H) B.

A la fin de chaque calcul on ajoutera ou retranchera les sections de béton en trop et en moins.

FLEXCOQOQ AXE S

CONVENTION DES SIGNES POUR M ET N

On donne une sollicitation MZN rapportée à un axe Z situé à z de l'axe S, z étant mesuré suivant l'axe x donc > 0 si l'axe Z est en dessous de l'axe S, < 0 dans le cas contraire. Si Z n'est pas donné on considère que le moment est évalué par rapport au centre de gravité de la section de béton seul et $z = g$. Si la position du centre de gravité n'est pas donnée, par exemple si on veut étudier une section de béton armé soumise à une sollicitation quelconque qui sera prise comme variable, il y a lieu de déterminer la position du centre de gravité. Pour un calcul courant cette détermination doit se faire avant le calcul de la sollicitation pour définir l'axe par rapport auquel on calcule cette sollicitation ou alors c'est qu'on définit une ligne moyenne Z différente de celle passant par le centre de gravité du béton, par exemple la ligne médiane M et $z = H/2$.

(voir FLEXCOQOQ AXE M)

L'axe Z de référence par rapport auquel est rapporté la sollicitation MZN doit être absolument défini avant tout calcul en Flexion Composée.

Il n'y a qu'en Flexion Simple que la position de cet axe n'a pas à être défini, mais le signe du moment doit l'être.

Convention de signes

Une fois l'axe Z défini et seulement après, on peut procéder au calcul en Flexion Composée. En principe, et tout particulièrement pour les calculs de béton armé on prend l'axe S passant par la fibre supérieure S de la section.

MZ > 0 (cas général) s'il tend à comprimer la fibre supérieure

MZ < 0 dans le cas contraire.

N > 0 pour une compression

N < 0 pour une traction.

Dans ces conditions

$$MS = MZ - N.z$$

Si MZ > 0 et si N < 0 , MS sera toujours positif

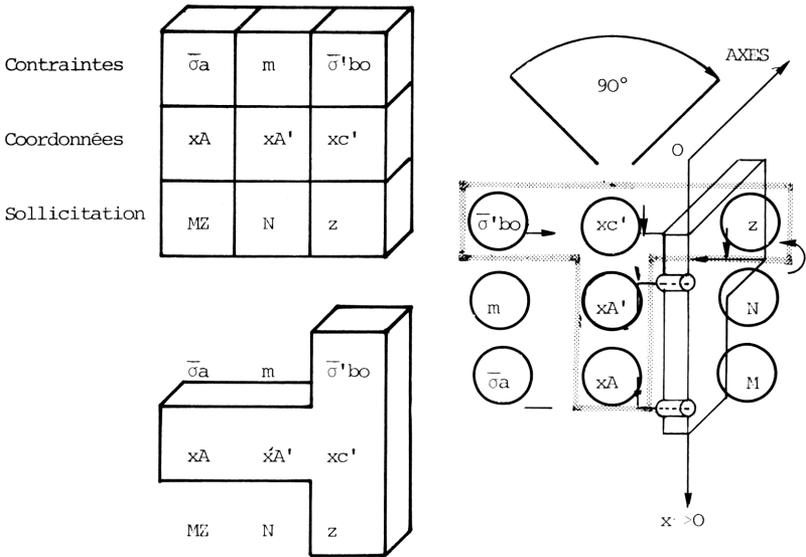
$$MS > 0$$

Si MZ > 0 et si N < 0 , MS > 0 ou < 0 suivant que $e : MZ / N > z$ ou $< z$
C'est-à-dire suivant que le centre de pression, point de passage de l'effort normal équivalent à la sollicitation MZ, N est extérieur ou intérieur à la section

FLEXCOQQQ

INTRODUCTION DES DONNEES

Quelque soit le problème à résoudre par FLEXCOQQQ un certain nombre de données sont à stocker au préalable dans les stockages primaires de 1 à 9. Suivant le problème l'utilisateur sélectionnera ces données, les données non introduites étant alors prises égales à zéro dans les calculs.



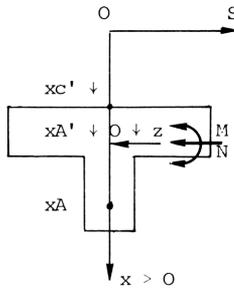
Pour se rappeler de mémoire le stockage des données on peut utiliser la représentation schématique d'une poutre en T placée sur le clavier numérique.

FLEXCOQOQ

INTRODUCTION DES DONNEES I.D.

	INSTRUCTIONS	ENTREE	TOUCHE
I.D.	INTRODUCTION DES DONNEES		SORTIE
S	<u>Sollicitation MZ, N, z</u>		
	Introduire le moment MZ en ST01	MZ	ST01
	Introduire l'effort normal N en ST02	N	ST02
	Introduire z en ST03, z étant la distance entre l'axe Z référence de la sollicitation MZ, N, à l'axe de repérage de la section, mesurée suivant l'axe \vec{Ox} , z est positive si \vec{Oz} est dans le même sens que \vec{Ox} , z est négative si \vec{Oz} est dans le sens opposé à \vec{Ox} .	z	ST03
x	<u>Coordonnées xA, xA', xc'</u>		
	Introduire xA en ST04	xA	ST04
	xA est la coordonnée du centre de gravité des armatures tendues A mesurée suivant l'axe Ox		
	Introduire xA' en ST05	xA'	ST05
	xA' est la coordonnée du centre de gravité des armatures comprimées A' mesurée suivant l'axe Ox		
	Introduire xc' en ST06	xc'	ST06
	xc' est la coordonnée de la fibre supérieure comprimée mesurée suivant Ox.		
σ	<u>Contraintes $\bar{\sigma}a'$, m, $\bar{\sigma}'bo$</u>		
	Introduire $\bar{\sigma}a'$ en ST07	$\bar{\sigma}a'$	ST07
	$\bar{\sigma}a'$ étant la contrainte admissible des aciers tendus.		
	Introduire m en ST08	m=15	ST08
	m étant le coefficient d'équivalence pour le béton armé m = n = 15 (BA 68)		
	Introduire $\bar{\sigma}'bo$ en ST09	$\bar{\sigma}'bo$	ST09
	$\bar{\sigma}'bo$ étant la contrainte admissible du béton en COMPRESSION SIMPLE, par exemple $\bar{\sigma}'bo = 81$ bars.		

FLEXCOQCO



STOCKAGES DES DONNEES

$\bar{\sigma}a$ 7	m 8	$\bar{\sigma}'bo$ 9
xA 4	xA' 5	xc 6
MZ 1	N 2	z 3

STOCKAGES DE CALCULS

X 57	X 58	X 59
ΣdS 54	ΣudS 55	$\Sigma u^2 dS$ 56
MS 51	N 52	X 53

$e1$ (b) 0
$-SM\bar{\sigma}'bo(a)$

RESULTATS

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(I)
y	$b(B)$ ↑	$\sigma'b(a)$	$\bar{\sigma}'be(a)$	$2\delta'\bar{\sigma}'bo(b)$	$A(a)$

Donnée introduite par la fonction B. A vérifier en fin de calcul ; (hypothèse de la largeur au niveau de l'axe neutre pour une section de Béton Armé partiellement tendue

MUR 1, 1 LONGUEURS LIBRES DE FLAMBEMENT DES MURS. DTU 23.1
DESCENTES DES CHARGES DANS LES IMMEUBLES D'HABITATION

INTRODUCTION

Cette première application du programme MUR 1 détermine les longueurs libres de flambement l'f d'après le DTU 23.1, et effectue la descente des charges pour les étages courants avec dégression des surcharges suivant la norme NFP 06.001, et majorations suivant le BA 68 et le DTU 23.1.

DONNEES

Tous les étages sont identiques à l'étage courant. Dimensions en mètres mesurées entre nus.

lw portée du plancher à gauche du mur

ew épaisseur à gauche du mur

le portée du plancher à droite du mur

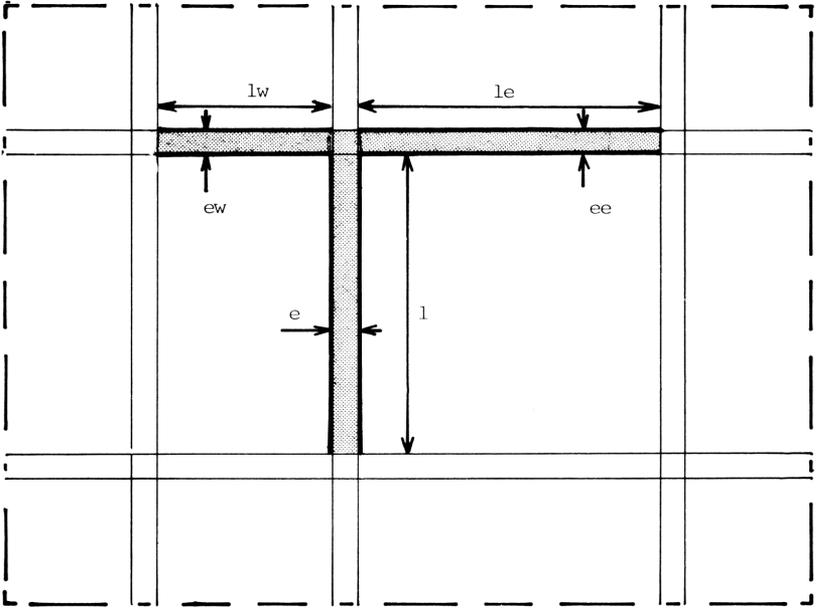
ee épaisseur du plancher à droite du mur

l hauteur libre du mur

e épaisseur du mur

N nombre total d'étages du bâtiment au sens courant
(exemple : R + 10, N = 10)

n numéro de l'étage considéré au sens courant
(exemple : 1er étage, n = 1)



Données incluses dans le programme et modifiables
par l'utilisateur (GSB 4)

$$1,2 S^2 = 210 \text{kg/m}^2$$

Surcharge majorée des planchers courants

$$1,2S = 1,2 \times 175 = 210 \text{kg/m}^2$$

$$1,2 S_0 = 120 \text{kg/m}^2$$

Surcharge majorée de la terrasse

$$1,2S_0 = 1,2 \times 100 = 120 \text{kg/m}^2$$

Densité des planchers $d_p = 2,5 \text{ t/m}^3$

Poids r des revêtements de sol et plafond et
c des cloisons réparties

$$r + c = 100 + 75 = 175 \text{kg/m}^2$$

$$d_p = 2,5 \text{t/m}^3$$

Pour la terrasse poids t du complexe isolant,
forme de pente étanchéité, protection

$$t : 200 \text{kg/m}^2$$

Densité des murs $d_m = 2,2 \text{ t/m}^3$

$$r + c = 175 \text{kg/m}^2$$

$$t = 200 \text{kg/m}^2$$

$$d_m = 2,2 \text{t/m}^3$$

097	*LBL4
098	.
099	2
100	1
101	x
102	.
103	1
104	2
105	+
106	F00
107	CLX
108	CF0
109	F10
110	GSB6
111	CF1
112	RCL1
113	RCL4
114	+
115	2
116	=
117	2
118	.
119	5
120	x
121	RCL1
122	1
123	+
124	x
125	+
126	.
127	1
128	7
129	5
130	RCL1
131	x
132	+
133	.
134	2
135	+
136	RCL2
137	RCL5
138	+
139	2
140	=
141	x
142	RCL1
143	RCL4
144	+
145	2
146	=
147	RCL8
148	+
149	RCL7
150	x
151	2
152	.
153	2
154	x
155	RCL1
156	1
157	+
158	x
159	+
160	PRTH

RESULTATS

- Pour l'étage courant et pour la terrasse
- Longueurs libres de flambement l'f du mur non raidi
du mur armé l'fA
du mur non armé l'fB

- Pour un bâtiment de N étages (identiques à l'étage courant)
et pour chaque étage de numéro n :
Descente des charges avec dégression des surcharges
suivant norme NFP 06.001, et avec majorations suivant
BA 68 et DTU 23.1.

- Charges en tonnes par mètre linéaire de mur
(G + 1, 2P)

- (G + 1, 2P) pour tout mur non voisin du mur de rive

- (G + 1, 2P) 1,1 pour tout mur voisin de rive, avec plus
de 2 travées.

- (G + 1, 2P) 1,15 pour un mur intermédiaire dans le cas
de 2 travées.

- Mêmes résultats
Sans surcharge (G) seul
Avec surcharges non majorées (G + P)
Pour calcul des fondations ou pour calcul du mur avec
action du vent (art. 3.233-2 du DTU 23.1).

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme	NORM	<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Initialiser		f <input type="text"/> CLREG		
3	Etage courant		<input type="text"/> <input type="text"/>		
4	Introduire plancher de portée	lwn	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		
	et d'épaisseur	ewn	A <input type="text"/>	Kw	A
5	Introduire plancher de portée	lem	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		
	et d'épaisseur	eem	B <input type="text"/>	Ke	A
6	Introduire le mur à calculer		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	de hauteur libre	lm	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		
	et d'épaisseur	em	C <input type="text"/>	1'fA	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	1'fB	I
7	Pour mur sous terrasse		E <input type="text"/>	1'fA	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	1'fB	I
D	Descente des charges (en tonnes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Nbre total d'étages (R+10,N=10)	N	STO <input type="text"/> O		
8	Calcul des charges avec majoration G+1,2P		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Numéro étage n (=0,1,2 ...N)	n	D <input type="text"/>		
	Pour tout mur sauf voisin de rive		<input type="text"/> <input type="text"/>	G+1,2P	I
	Pour mur voisin de rive plus de 2 travées		<input type="text"/> <input type="text"/>	(G+1,2P) 1,1	I
	Pour mur voisin de rive pour 2 travées		R/S <input type="text"/>	(G+1,2P) 1,15	I
9	Calcul des charges permanentes seules G		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Numéro étage n (=0,1,2... N)	n	f <input type="text"/> STF		
	coefficient 0 pour surcharges P flag 0		O <input type="text"/> D	G	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	G1,1	I
			R/S <input type="text"/>	G1,15	I
10	Calcul des charges sans majoration		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Numéro étage n (=0,1,2 ...N)	n	f <input type="text"/> STF		
	Coefficient 1 pour surcharges		1 <input type="text"/> D	G+P	I
	P flag 1		<input type="text"/> <input type="text"/>	(G+P) 1,1	I
			R/S <input type="text"/>	(G+P) 1,15	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

EXEMPLE

Initialisation f CLREG

Soit un bâtiment R + 10

lw = 6m ↑
ew = 0,2m A
le = 4m ↑
ee = 0,1m B
l = 3m ↑
e = 0,15m C

Pour l'étage courant

l'fA = 2,44m

l'fB = 2,55m

Pour le mur sous terrasse

E → l'fA = 2,31m

l'fB = 2,55m

Descentes des charges

N = 10 STO O

Calcul pour le 1er étage (soit 10 planchers à porter)

1D → G+1,2 P = 44,92 tonnes

(G+1,2P) 1,1 = 48,37 tonnes

R/S → (G+1,2P) 1,15 = 50,10 tonnes

G seul fSTF O 1D → G = 38,02 tonnes

G1,1 = 40,78 tonnes

R/S → G1,15 = 42,16 tonnes

G+P fSTF 1 1D → G+P = 43,77 tonnes

(G+P) 1,1 = 47,11 tonnes

(G+P) 1,15 = 48,78 tonnes

Pour le calcul des aciers passer à la carte MUR 2.

6.00	CLP
.20	ENT1
4.00	GSBA
.10	ENT1
3.00	GSBE
.15	ENT1
2.44	GSBC
2.55	***
	GSBE
2.31	***
2.55	***
10.00	STOO
1.00	GSBD
44.92	***
48.37	***
	R/S
50.10	***
	SFO
1.00	GSBD
38.02	***
40.78	***
	R/S
42.16	***
	SF1
1.00	GSBD
43.77	***
47.11	***
	R/S
48.78	***

MUR 1,2 LONGUEURS LIBRES DE FLAMBEMENT DES MURS DTU 23.1

CAS GENERAL QUELCONQUE

INTRODUCTION

Cette deuxième application du programme MUR 1 détermine les longueurs libres de flambement $l'f$ d'après le DTU 23.1 dans le cas général où les six éléments (planchers ou murs) adjacents au mur considéré peuvent être tous différents.

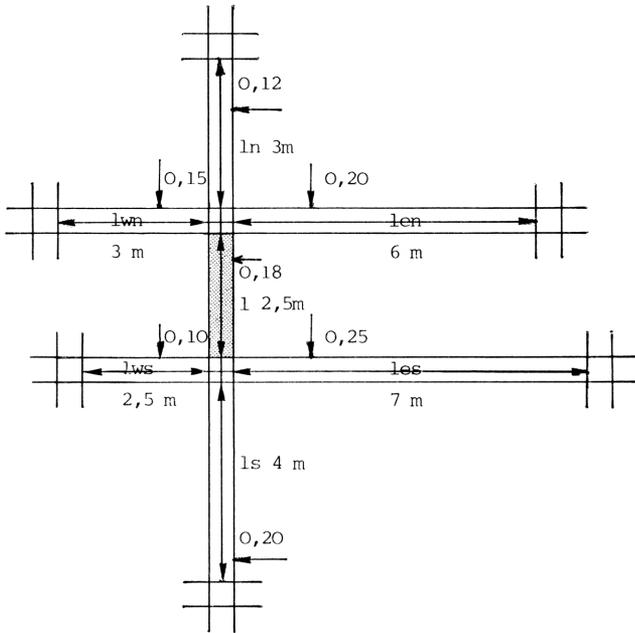
DONNEES

e_i : les épaisseurs des 7 éléments
 l_j : les portées des 4 planchers
 l_k : les hauteurs libres des 3 murs
voir figure

RESULTATS

$l'f$ les longueurs libres de flambement
du mur armé $l'f_A$
du mur non armé $l'f_B$

EXEMPLE DE LA FIGURE



N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	(2 pistes) MUR 1		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Initialiser		f CLR/REG		
3	Introduire le mur à calculer	l	↑ <input type="text"/>		
		e	C <input type="text"/>	l	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
4	Introduire les éléments	lwn	↑ <input type="text"/>		
	supérieurs n	ewn	A <input type="text"/>	Knw	
		len	↑ <input type="text"/>		
		een	B <input type="text"/>	Kne	
		ln	↑ <input type="text"/>		
		en	f a	Kn	A
			f b	rn	A
			STO D		
5	Introduire les éléments	lws	↑ <input type="text"/>		
	inférieurs s	ews	A <input type="text"/>	Ksw	A
		les	↑ <input type="text"/>		
		ees	B <input type="text"/>	Kse	A
		ls	↑ <input type="text"/>		
		es	f a	Ks	A
			f b	rs	A
			f c	l'fA	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	l'fB	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

MUR 2 CHARGES PORTANTES DES MURS
CALCUL DES ACIERS
D'APRES LE DTU 23.1

INTRODUCTION

Ce programme MUR 2 calcule les charges portantes des murs armés ou non, d'après le DTU 23.1, ainsi que la section d'acier verticale nécessaire pour une charge donnée.

DONNEES

Les longueurs libres de flambement l'f pour le mur non raidi
→ l'fA pour le mur armé
→ l'fB pour le mur non armé
→ N charges sur le mur

Ces données peuvent être obtenues avec le programme MUR 1, Application 1.

DONNEES TYPES

Données types appelées par la touche E, modifiables par l'utilisateur.

	Registres
a = 15 cm épaisseur du mur	2
d = 100 cm calcul par mètre linéaire de mur	3
b = 10 ⁵⁰ cm mur non raidi (b ~ ∞)	4
σ'28 = 270 bars correspondant à 1 dosage de 350 kg/m ³	5
θ1 = 1 (mur intermédiaire)	6
δ = 1 actions courantes	7
γ = 1 contrôle strict du béton	8
σa = 5099 bars treillis soudés Ø < 6 mm	9

Pour des données différentes il faut les stocker dans les registres correspondants.

UNITES

Les données types sont en cm, daN (≈ kg) et bars (≈ kg/cm²).
Les données à introduire doivent être dans le même système d'unités.

RESULTATS

$\bar{\sigma}'_{boA}$ et $\bar{\sigma}'_{boB}$: Contraintes de compression admissibles du béton pour un mur en béton armé ou en béton non armé.

- NA charge portante du mur en béton armé au pourcentage minimal et travaillant à la contrainte admissible $\bar{\sigma}'_{boA}$ ($\sigma'_b = \bar{\sigma}'_{boA}$)
- σ'_b contrainte sur la section totale rendue homogène.
- A section verticale d'acier correspondant à NA
- Amax section d'armatures verticales compte tenu des conditions
 - de pourcentage minimal
 - de pourcentage supérieur à 0,1 %
 - de non dépassement de la contrainte admissible $\bar{\sigma}'_{boA}$ en section totale rendue homogène
 - de nécessité d'armatures soit $\sigma'_m > \bar{\sigma}'_{boB}$

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire MUR 2 (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Charger les données types		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	(voir données types)		E <input type="text"/>	5099 bars	
	Pour les modifier		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	12 cm < a < 120 cm		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si a ≠ 15 cm	acm	STO 2		
	Pour une bande de largeur		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	d ≠ 100 cm	dcm	STO 3		
	Si mur raidi*voir DTU 23,1	bcm	STO 4		
	Si σ'28 ≠ 270 bars		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	mais σ'28 < 350 bars	σ'28 bars	STO 5		
	Si mur de rive		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	θ1 = 1,4	θ1 = 1,4	STO 6		
	Si avec actions climatiques		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	δ = 1,1	δ = 1,1	STO 7		
	Si contrôle atténué γ = 0,83	γ = 0,83	STO 8		
	Si Ø > 6mm σen = 4168 bars T.S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si Acier Tor σen = 4119 bars	σen bars	STO 9		
	Si Adxσen = 2157 bars		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
3	En section à mi-hauteur du mur	1'fBcm	B <input type="text"/>	λB	T I
	(Section I)		<input type="text"/> <input type="text"/>	1fB	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	σ'boB	Y I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	NB	X I
		1'fAcm	A <input type="text"/>	A	I
	A section d'acier correspondant		<input type="text"/> <input type="text"/>	λA	T I
	à la charge portante NA du mur		<input type="text"/> <input type="text"/>	1fA	Z I
	armé au pourcentage minimal et		<input type="text"/> <input type="text"/>	σ'boA	Y I
	travaillant à la contrainte		<input type="text"/> <input type="text"/>	NA	X I
	admissible σ'boA		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

EXEMPLE

Nous allons considérer le mur dont les caractéristiques sont celles des données types (voir mode d'emploi)

et avec : $l'fA = 244 \text{ cm}$

$l'fB = 255 \text{ cm}$

$E \rightarrow \sigma_{en} = 5,10 \cdot 10^3 \text{ bars}$

$l'fB = 255 \text{ B} \rightarrow \lambda_B = 58,9 \quad T$

$l_{fB} = 255 \text{ cm} \quad Z$

$\bar{\sigma}'_{boB} = 41,3 \text{ bars} \quad Y$

$NB = 62 \cdot 10^3 \text{ daN} \quad X$

$l'fA = 244 \text{ A} \quad A = 5,08 \text{ cm}^2$

$\lambda_A = 56,3 \quad T$

$l_{fA} = 244 \text{ cm} \quad Z$

$\bar{\sigma}'_{boA} = 64,2 \text{ bars} \quad Y$

$NA = 101 \cdot 10^3 \text{ daN} \quad X$

Pour $N = 90 \cdot 10^3 \text{ daN} \quad C \rightarrow A_{max} = 4,25 \text{ cm}^2$

$N = 110 \cdot 10^3 \text{ daN} \quad C \rightarrow A_{max} = 14,2 \text{ cm}^2$

	CLM	
	GSEB	
	255. GSEB	
58.9+00	T	
255.+00	Z	
41.3+00	Y	
62.0+00	X	
244. GSA		
5.08+00	***	
56.3+00	T	
244.+00	Z	
64.2+00	Y	
101.+00	X	
90.+00	GSEB	
4.25+00	***	
110.+00	GSEB	
14.2+00	***	
	GSED	

l pause indique la section d'acier à 0,1 % soit $1,5 \text{ cm}^2$

$D \rightarrow \sigma'b = 64,2 \text{ bars}$

POTEAU
CHARGES PORTANTES DES POTEAUX
CALCUL DES ACIERS D'APRES BA 68

INTRODUCTION

Ce programme détermine les différentes possibilités de ferrallages et de charges portantes d'un poteau de caractéristiques définies.

DONNEES

Les dimensions transversales du poteau

- a plus petite dimension transversale en cm
- b = B/A largeur moyenne en cm, rapport de la section de béton B à a

Pour une section rectangulaire

- b autre côté

Pour une section circulaire

- $b = \pi \varnothing / 4$
- c enrobage des aciers en cm
- σ'_{28} résistance nominale du béton en bars (270 bars)
- θ_1 coefficient de position du poteau
 - 1 pour poteau courant
 - 1,4 pour poteau de rive
 - 1,8 pour poteau d'angle
- l_0 hauteur libre en cm du poteau entre faces supérieures des planchers
- γ coefficient de qualité du béton
 - = 1 pour contrôle strict
 - = 5/6 pour contrôle atténué
- σ en limite d'élasticité nominale des aciers en bars
- N Charge effective sur le poteau en daN (\sim kg)
- A Section d'acier effective du poteau en cm^2 .

RESULTATS

- $\lambda = \alpha l_0 \sqrt{12} / a$ élancement du poteau rectangulaire $a \times b$
- $\bar{\sigma}'_{bo}$ contrainte de compression admissible
- A1 section d'acier du poteau ferraillé au pourcentage minimal et travaillant à la contrainte admissible $\bar{\sigma}'_{bo}$
- N1 charge portante correspondante, du poteau armé au pourcentage minimal et travaillant à la contrainte admissible $\bar{\sigma}'_{bo}$
- NA charge portante du poteau armé d'une section d'acier A donnée compte tenu des conditions
 - de pourcentage minimal
 - de non dépassement de $\bar{\sigma}'_{bo}$
 - de la limitation du pourcentage des aciers pris en compte à 5 % (N5% et A5% étant les valeurs de la charge portante et de la section d'acier pour un pourcentage de 5 %)
- A section du poteau supportant un effort normal N donné, compte tenu des conditions
 - de pourcentage minimal
 - de non dépassement de $\bar{\sigma}'_{bo}$
- σ'_a contrainte de compression dans les aciers
- σ'_b contrainte de compression dans le béton.

La fonction f_c transforme les contraintes exprimées en kg/cm^2 en contraintes exprimées en bars par multiplication par $\frac{g}{10} = 0,980665$ (valeur recommandée par l'ISO).

Pour les aciers couramment employés :

- Acier doux lisse Fe E 22
 $\sigma_{en} = 2\,200 \text{ kg/cm}^2$ $c \rightarrow 2\,157 \text{ bars}$
- Acier à haute adhérence AHA Fe E 40
 $\phi \geq 25$ $\sigma_{en} = 4\,000 \text{ kg/cm}^2$ $c \rightarrow 3\,923 \text{ bars}$
 $\phi < 20$ $\sigma_{en} = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$ $c \rightarrow 4\,119 \text{ bars}$
- Treillis soudés T.S.Fe E 52
 $\phi \leq 6\text{mm}$ $\sigma_{en} = 5\,200 \text{ kg/cm}^2$ $c \rightarrow 5\,099 \text{ bars}$
 $\phi \geq 8\text{mm}$ $\sigma_{en} = 4\,250 \text{ kg/cm}^2$ $c \rightarrow 4\,168 \text{ bars}$

Fil tréfilé à Haute Adhérence ou Acier à Haute Adhérence
Fe Te 45 et 50 et AHA Fe E 45 et 50

$$E = 45 \text{ } \sigma_{en} = 4 \text{ } 500 \text{ kg/cm}^2 \text{ c} \rightarrow \sigma_{en} = 4 \text{ } 413 \text{ bars}$$

$$E = 50 \text{ } \sigma_{en} = 5 \text{ } 000 \text{ kg/cm}^2 \text{ c} \rightarrow \sigma_{en} = 4 \text{ } 903 \text{ bars}$$

Inversement on peut transformer une contrainte exprimée en bars
 (σ bars) en une contrainte exprimée en kg/cm^2 ($\sigma \text{kg/cm}^2$) par
 $\sigma \text{bars} \uparrow 1 \text{ fc FLST} \times :$

EXEMPLE TEST avec les données types de E

E f a

079	*LBL	21	15		
080	CLRG	16	53		
081	.		-62		
082	9		03		
083	ST01	35	01	A	26.58+00 T
084	3		03		21.00+00 Z
085	0		00		9.836+00 Y
086	ST02	35	02	B	133.5+03 X
087	5		05		20.00+00 ***
088	0		00		145.8+03 ***
089	ST03	35	03	C	100.0+03 ***
090	2		02		7.372+00 ***
091	ST04	35	04		
092	2		02		100.0+03 T
093	7		07	D	20.00+00 Z
094	0		00		833.3+00 Y
095	ST05	35	05		55.56+00 X
096	1		01		
097	ST06	35	06	fd	212.6+03 ***
098	2		02		75.00+00 ***
099	7		07		
100	5		05		
101	ST07	35	07		
102	1		01		
103	ST08	35	08		
104	4		04		
105	2		02		
106	0		00		
107	0		00		
108	GSBe	23	16		
109	ST09	35	09		
110	2		02		
111	0		00		
112	ST0E	35	15		
113	EEX		-23		
114	5		05		
115	ST0I	35	46		
116	ENG		-13		
117	RTH		24		

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A
1	Introduire la carte POTEAU		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Charger les données types		E <input type="text"/>	$N=10^5$ daN
3	Modifier certaines données s'il y a lieu		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- Si $\alpha \neq 0,9$ ($\alpha = l_c/l_0$)	$\alpha = 0,7$	STO 1	
	- Si $a \neq 30$ cm (a = plus petite dimension transversale du poteau)	acm	STO 2	
	- Si $b \neq 50$ cm (b = B/a rapport de la section B de béton à a)	bcm	STO 3	
	- Si $c \neq 2$ cm (enrobage)	ccm	STO 4	
	- Si $\sigma'_{28} \neq 270$ bars (résistance nominale)	σ'_{28} bars	STO 5	
	- Si $\theta_1 \neq 1$ coefficient de position 1,4 rive 1,8 angle	θ_1	STO 6	
	- Si $l_0 \neq 275$ cm (hauteur libre)	l_0	STO 7	
	- Si $\gamma \neq 1$ contrôle atténué	$\gamma = 5/6$	STO 8	
	- Si $\sigma_{en} \neq 4119$ bars AHA $\varnothing < 20$ mm	σ en bars	STO 9	
4	- Si $N \neq 10^5$ daN (~ 100 tonnes)	N daN	STO I	
5	- Si $A \neq 20$ cm ² (section réelle d'acier) on peut calculer A par :	A cm ²	STO E	
	- nombre de barres	ni	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	- diamètre des barres (mm)	\varnothing mm	f e	Ai cm ²
6	Calcul de la charge portante N et de la section d'acier A1		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			A <input type="text"/>	λ T I
	Pour le poteau armé au pourcentage minimal et travaillant à σ'_{bo} il faut $\lambda < 50$		<input type="text"/> <input type="text"/>	σ'_{bo} Z I
	Si $\lambda > 50$ passer au prg Flambement FLAMB0000		<input type="text"/> <input type="text"/>	A1 Y I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	N1 X I
7	Calcul de la charge portante N pour la section d'acier donnée en 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	Acm ² I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	NA daN I
8	Calcul de la section d'acier AN correspondant à la charge N donnée en 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			C <input type="text"/>	N daN I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	AN cm ² I

DALLE

MOMENTS D'UNE DALLE RECTANGULAIRE UNIFORMEMENT CHARGÉE D'APRÈS LE BA 68 EN APPUIS SIMPLES SUR LES 4 CÔTES

INTRODUCTION

Ce programme calcule les moments de flexion dans les 2 sens l_x et l_y sous une charge uniformément répartie q , pour toute valeur du rapport $l = l_x/l_y$.

Si ce rapport est inférieur à 0,4 le programme calcule $M_x = ql^2 \times 8$ et $M_y = M_x : 4$

DONNÉES

Les 2 portées l_1 et l_2 en mètres
la charge q uniformément répartie en tonnes/m²

RÉSULTATS

M_x moment dans le sens de la petite portée en tm

M_y moment dans le sens de la grande portée en tm

$l = l_x/l_y$

Le programme imprime :

q en T en t/m²

l en Z

M_y en Y en tm

M_x en X en tm

UNITÉS

On peut employer tout système cohérent d'unités. Les unités indiquées sont les plus simples à utiliser.

Pour le calcul des aciers et flèches voir programme "FLECHE DALLE"2.

APPROXIMATION

Les moments sont donnés avec une erreur inférieure à 1 % par rapport aux valeurs qui seraient calculées avec le tableau du BA 68 page 148.

EXEMPLES $q = 1 \text{ T/m}^2$

1 - 11 = 4m †
 12 = 20m †
 $q = 1 \text{ T/m}^2 \text{ A}$

2 - 11 = 4m †
 12 = 10m †
 $q = 1 \text{ T/m}^2 \text{ A}$

3 - 11 = 4m †
 12 = 5m †
 $q = 1 \text{ T/m}^2 \text{ A}$

4 - 11 = 4m †
 12 = 4m †
 $q = 1 \text{ T/m}^2 \text{ A}$

5 - 11 = 4m †
 12 = 3m †
 $q = 1 \text{ T/m}^2 \text{ A}$

	4. ENT†	
1	26. ENT†	
	1. 685A	
1.000+00	T	
142.9-03	Z	
500.0-03	Y	
2.000+00	X	
	4. ENT†	
2	10. ENT†	
	1. 685A	
1.000+00	T	
400.0-03	Z	
434.5-03	Y	
1.777+00	X	
	4. ENT†	
3	5. ENT†	
	1. 685A	
1.000+00	T	
800.0-03	Z	
674.2-03	Y	
986.3-03	X	
	4. ENT†	
4	4. ENT†	
	1. 685A	
1.000+00	T	
1.000+00	Z	
671.5-03	Y	
672.0-03	X	
	4. ENT†	
5	3. ENT†	
	1. 685A	
1.000+00	T	
750.0-03	Z	
371.1-03	Y	
603.7-03	X	

FLECHE DALLE 1

DALLE PORTANT DANS 1 SEUL SENS D'APRES BA 68

CALCUL DES ACIERS

INTRODUCTION

Cette application du programme FLECHE DALLE permet de calculer une dalle pour que la part de flèche préjudiciable aux cloisons soit admissible, suivant le BA 68. Cette application est limitée aux immeubles d'habitation.

DONNEES

Le poids r des revêtements de sol et plafond en kg/m^2
La portée l de la dalle en cm
L'épaisseur H de la dalle en cm
Le coefficient $k = M_t/M_0$ rapport du moment en travée au moment isostatique
La contrainte admissible des aciers $\bar{\sigma}_a$ en bars.

RESULTATS

La charge totale p en kg/m^2 ($G+1,2P$)
Le moment isostatique M_0 en kgcm
Le moment en travée M_t en kgcm
La section A d'acier en cm^2
La contrainte effective σ_a des aciers en bars
La part de flèche préjudiciable aux cloisons Δft en cm
La part de flèche admissible $\bar{\Delta} ft$ en cm .

DONNEES INCLUSES DANS LE PROGRAMME

Suivant la norme NFP 06.001 concernant les charges et surcharges des immeubles d'habitation :

- Charge uniformément répartie représentant l'influence des cloisons 75 kg/m^2
- Surcharge 175 kg/m^2
- Densité des planchers $2,5 \text{ T/m}^3$

Suivant BA 68 béton dosé à 350 kg/m^3 soit $\sigma'28 = 270$ bars

APPROXIMATION DU PROGRAMME

- h hauteur utile de la dalle $h = 0,9 H$
- z bras de levier des aciers tendus $z = 0,8 H (\sim 7/8h)$
- It l'inertie de la section totale rendue homogène est prise par rapport au centre de gravité du béton.

Ces approximations ont un effet négligeable sur les calculs dans les cas courants.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
	Introduire FLECHE DALLE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Choix des aciers et de $\bar{\sigma}_a$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
A	Treillis soudés $\emptyset \leq 6\text{mm}$ $T_S \leq 6\text{mm}$		<input type="text"/> A <input type="text"/>	3 400 bars	A
B	Treillis soudés $\emptyset > 8\text{mm}$ $T_S > 8\text{mm}$		<input type="text"/> B <input type="text"/>	2 779 bars	A
C	Aciers à Haute Adhérence $\emptyset \leq 20\text{mm}$ AHA		<input type="text"/> C <input type="text"/>	2 746 bars	A
D	Aciers doux adx		<input type="text"/> D <input type="text"/>	1 438 bars	A
E	Autre acier	$\bar{\sigma}_a$	<input type="text"/> E <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Introduction des données		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	R/S donne une donnée type x à l'affichage		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si cette donnée est acceptée appuyer sur R/S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si on veut charger une valeur différente il faut l'entrer au moyen du clavier numérique et appuyer sur R/S. Cette opération est notée (x) R/S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	r=50 kg/m ²	I
	r=50kg/m ² poids des revêtements		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	sol et plafond si r \neq 50 kg/m ²	(r)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	l=500 cm	I
	l portée de la dalle si l \neq 500cm	(l)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	H=18 cm	I
	H épaisseur de la dalle		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si H \neq 18 cm	(H)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	pkg/m ²	I
	p charge totale (G+1,2P) en kg/m ²		<input type="text"/> <input type="text"/>	Mo kgcm	I
	Mo est le moment isostatique en kgcm		<input type="text"/> <input type="text"/>	k = 1	I
	k = Mt/Mo. Si k \neq 1	(k)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	Acm ²	I
	Acm ² section d'acier Si A réel \neq A	(A réel)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	σ_a bars	I
	σ_a contrainte effective sous Mt		<input type="text"/> <input type="text"/>	Δ ft cm	I
	Δ ft part de flèche préjudiciable aux cloisons		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta}$ ft cm	I
	$\bar{\Delta}$ ft part de flèche admissible		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	On peut changer de nuance d'acier	ou	<input type="text"/> A <input type="text"/> B	$\bar{\sigma}_a$ bars	I
	Faire ou A ou B ou C ou D		<input type="text"/> C <input type="text"/> D		
			<input type="text"/> f <input type="text"/> C	A cm ²	I
			<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	σ_a bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δ ft cm	I

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta}ft$ cm	I
	Si la part de flèche n'est		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	pas admissible on peut augmen-		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	ter les aciers		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	exemple : $An = Ax (\Delta ft / \bar{\Delta} ft)^2$	An	f d	σ_a bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta} ft$ cm	I
	On peut, si encore possible,		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	diminuer le moment M_t en travée		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	(et augmenter les moments sur		f e	k	I
	appuis en conséquence)	kn	R/S <input type="text"/>	M_{tn} kgcm	I
			R/S <input type="text"/>	A cm ²	I
		(A réel)	R/S <input type="text"/>	σ_a bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta} ft$ cm	I
	On peut augmenter l'épaisseur		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	de la dalle, diminuer le		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	moment M_t en travée, et	hn	f a	p_n bars	I
	augmenter les aciers		<input type="text"/> <input type="text"/>	M_{on} kgcm	I
			R/S <input type="text"/>	k = 1	I
		(kn)	R/S <input type="text"/>	An cm ²	I
		(A réel)n	R/S <input type="text"/>	σ_a bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta} ft$ cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

EXEMPLE : Dalle portant dans un seul sens

Soit une dalle de 6m de portée et 18cm d'épaisseur $k = \frac{M_t}{M_0} = 0,75$

Choix de l'acier. Treillis soudés $\emptyset > 6mm$

B $\rightarrow \bar{\sigma}_a = 2,779$ bars

R/S	$\rightarrow r$	=	50kg/m ²	poids des revêtements	OUI	
R/S	$\rightarrow l$	=	500cm	NON	600	OUI
R/S	$\rightarrow H$	=	18cm	OUI		
R/S	$\rightarrow p$	=	785kg/m ²			
	$\rightarrow M_0$	=	352 250kgcm			
	$\rightarrow k$	=	1	NON	0,75	OUI
R/S	$\rightarrow A$	=	6,62cm ²	OUI		
R/S	$\rightarrow \sigma_a$	=	2 779 bars			
	Δft	=	1,38cm	NON	ADMISSIBLE	
	$\bar{\Delta ft}$	=	1,10cm			

On va diminuer le moment M_t en travée

a) Travée intermédiaire

(kn) min = 0,50

fe	$\rightarrow k_a$	=	0,75	NON	0,50	OUI
R/S	$\rightarrow A$	=	4,41cm ²	OUI		
R/S	$\rightarrow a$	=	2 779 bars			
	Δft	=	1,03cm	ADMISSIBLE		
	$\bar{\Delta ft}$	=	1,10cm			

								GSBB
								R/S
						2779.00		***
								R/S
							50.00	***
							600.00	R/S
							600.00	***
								R/S
							18.00	***
							785.00	***
							353250.00	***
								R/S
							353250.00	***
							.75	R/S
							0.75	***
							264937.50	***
							6.62	***
								R/S
							6.62	***
							2779.00	***
							1.38	***
							1.10	***
								GSBe
							.50	R/S
							0.50	***
							176625.00	***
							4.41	***
								R/S
							4.41	***
							2775.00	***
							1.03	***
							1.10	***

b) Soit le même exemple que précédemment mais pour une travée de rive (kn) min = 0,60 avec un bon encastrement. en rive (-0,40 Mo) à justifier.

$f_e \rightarrow k_a = 0,5$ NON 0,60 OUI
 $R/S \rightarrow A = 5,30 \text{ cm}^2$ OUI
 $R/S \rightarrow \sigma_a = 2\,779 \text{ bars}$
 $\Delta f_t = 1,18 \text{ cm}$ NON ADMISSIBLE
 $\bar{\Delta} f_t = 1,10 \text{ cm}$

On va augmenter les aciers dans la proportion

$$A_n = A \times \left(\frac{\Delta f_t}{\bar{\Delta} f_t}\right)^2$$

$$1,18 \uparrow 1,1 : x^2 \quad 5,3 \times \rightarrow 6,10 \text{ cm}^2 = A_n$$
 $f_d \rightarrow \sigma_a = 2\,413,33 \text{ bars}$
 $\Delta f_t = 1,10 \text{ cm}$ ADMISSIBLE
 $\bar{\Delta} f_t = 1,10 \text{ cm}$

	GSBe
.60	R/S
0.60	***
211950.00	***
5.30	***
	R/S
5.30	***
2779.00	***
1.18	***
1.10	***
1.18	ENT1
1.10	÷
	%
5.30	×
6.10	***
	GSBd
6.10	***
2413.33	***
1.10	***
1.10	***

FLECHE DALLE 2

DALLE PORTANT DANS LES 2 SENS D'APRES BA 68 CALCUL DES ACIERS

INTRODUCTION

Cette application des programmes "DALLE " et "FLECHE DALLE" permet de calculer une dalle pour que la part de flèche préjudiciable aux cloisons soit admissible, suivant BA 68. Cette application est limitée aux immeubles courants d'habitation.

DONNEES

- Les portées l_1 et l_2 de la dalle en m
- Le poids r des revêtements de sol et plafond en kg/m^2
- La portée l dans le sens du calcul de flèche en cm
- L'épaisseur H de la dalle en cm
- Le coefficient $k = M_t/M_o$ rapport du moment en travée au moment isostatique
- La contrainte admissible des aciers $\bar{\sigma}_a$ en bars.

RESULTATS

- Les moments isostatiques M_{ox} et M_{oy} en tm
- La charge totale p en kg/m^2 ($G + 1, 2P$)
- Le moment en travée M_t en kgcm
- La section d'acier en cm^2
- La contrainte effective σ_a des aciers
- La part de flèche préjudiciable aux cloisons Δft en cm
- La part de flèche admissible $\bar{\Delta ft}$ en cm.

DONNES INCLUSES DANS LE PROGRAMME "FLECHE DALLE"

Suivant la norme NFP 06.001 concernant les charges et surcharges des immeubles d'habitation :

- Charge uniformément répartie représentant l'influence des cloisons 75 kg/m^2
 - Surcharge 175 kg/m^2
 - Densité des planchers $2,5 \text{ T/m}^3$
- Suivant BA 68 béton dosé à 350 kg/m^3 soit $\sigma'_{28} = 270 \text{ bars}$.

APPROXIMATION DU PROGRAMME

- h hauteur utile de la dalle $h = 0,9 H$
- z bras de levier des aciers tendus $z = 0,8 H (\approx 7/8h)$
- It l'inertie de la section totale rendue homogène est calculée par rapport au centre de gravité du béton.

Ces approximations ont un effet négligeable sur les calculs dans les cas courants.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme DALLE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Introduire une portée	11m	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		
3	Introduire l'autre portée	12m	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		
4	Int. une charge de $1\text{kg/m}^2 = q$	1	<input type="text"/> A <input type="text"/>	1	T I
5	l_x/l_y		<input type="text"/> <input type="text"/>		Z I
6	Moment en kgm dans le sens y		<input type="text"/> <input type="text"/>	M_y	Y I
	dans le sens de la petite portée l_x		<input type="text"/> <input type="text"/>	M_x	X I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
7	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLECHE DALLE (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Choix des aciers et de $\bar{\sigma}_a$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
A	Treillis soudés $\varnothing \leq 6\text{mm}$ TS $\leq 6\text{mm}$		<input type="text"/> A <input type="text"/>	3 400 bars	I
B	Treillis soudés $\varnothing > 6\text{mm}$ TS $> 8\text{mm}$		<input type="text"/> B <input type="text"/>	2 779 bars	I
C	Acier à Haute Adhérence		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$\varnothing \leq 20\text{ mm}$ AHA		<input type="text"/> C <input type="text"/>	2 746 bars	I
D	Acier doux adx		<input type="text"/> D <input type="text"/>	1 438 bars	I
E	Autre acier	$\bar{\sigma}_a$	<input type="text"/> E <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
9	INTRODUCTION DES DONNEES		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	R/S donne une donnée type à l'affichage		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si cette donnée est acceptée appuyer sur R/S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si on veut charger une valeur différente	(x)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>		
	Il faut l'entrer au clavier et appuyer sur R/S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Cette opération est notée (x) R/S		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$r=50\text{kg/m}^2$ poids des revêtements		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$r=50\text{kg/m}^2$	I
	si $r \neq 50\text{ kg/m}^2$	(r)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$l=500\text{cm}$	I
	l_x portée de la dalle en cm. si $l_x \neq 500\text{ cm}$	(l)	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$H=18\text{cm}$	I
10	H épaisseur de la dalle		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si $H \neq 18\text{ cm}$	H	<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$p\text{ kg/m}^2$	I
	p charge totale en kg/m^2		<input type="text"/> <input type="text"/>	$p l^2/8\text{kgcm}$	I

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
11	Calcul de $M_{ox} = M_x EEX2 px$ (M_x donné en 6)	M_x	<input type="text" value="EEX"/> <input type="text" value="2"/>		
	M_x moment en kgm pour $q=1kg/m^2$		<input type="text" value="↑"/> <input type="text"/>		
	M_{ox} moment en $kgcm$ pour p en		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	kg/m^2 (donné en 10)	p	<input type="text" value="x"/> <input type="text" value="PRIX"/>	M_{ox}	I
			<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	$k = 1$	I
	$k = M_t/M_o (=1$ ou $0,85$ à $0,75)$ si $k \neq 1$	(k)	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	Acm^2	I
	A section d'acier si A réel $\neq A$	(A réel)	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	σa bars	I
	σa contrainte effective sous M_t		<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
	Δft part de flèche préjudi- ciable aux cloisons		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta ft}$ cm	I
	$\bar{\Delta ft}$ part de flèche admissible		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	On peut changer de nuance d'acier		<input type="text" value="A"/> <input type="text" value="B"/>		
	faire ou A ou B ou C ou D	ou	<input type="text" value="C"/> <input type="text" value="D"/>	$\bar{\sigma a}$ bars	I
			<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	A cm^2	I
			<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	σa bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta ft}$ cm	I
	Si la part de flèche n'est pas		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	acceptable on peut augmenter	an	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="d"/>	σa bars	I
	les aciers $An=A_x(\Delta ft/\bar{\Delta ft})^2$		<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta ft}$ cm	I
	On peut, si possibilité, dimi- nuer le moment en travée (et		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	augmenter les moments sur appuis		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	en conséquence)		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="e"/>	k	I
		kn	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	M_{tn} $kgcm$	I
			<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	A cm^2	I
		(A)	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	σa bars	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	Δft cm	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\Delta ft}$ cm	I
	On peut augmenter l'épaisseur H	H_n	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="a"/>	p kg/m^2	I
	de la dalle, diminuer le moment		<input type="text"/> <input type="text"/>	$p l^2/8kgcm$	I

EXEMPLE : DALLE SUR 4 COTES EN CONTINUITÉ

Soit une dalle de 6 x 10 m, de 18 cm d'épaisseur

Avec la carte "Moment dalle rectangulaire" on détermine

Mox pour une charge de 1 kg/m²

$$6 \uparrow 10 \uparrow 1 A \rightarrow Mox = 3,048 \text{ kgm}$$

Avec la carte "Flèche dalle" on choisit des

treillis soudés $\phi > 6\text{mm}$ soit A → 3 400 bars = σ_a

R/S → r = 50 kg/m² poids du revêtement

R/S → H = 18 cm épaisseur de la dalle

R/S → p = 785 kg/m² et $pl^2/8 = 353\,250 \text{ kgcm}$

M₀ = 3,048 EEX2 kgcm 785kg/m² x 239 260 kgcm

R/S → k = 1 NON on prend M_t = 0, 75M₀ soit 0, 75 = k

R/S → A = 3,67 cm²

R/S → $\sigma_a = 3\,400 \text{ bars}$

$$\Delta ft = 1,17 \text{ cm NON ADMISSIBLE}$$

$$\bar{\Delta} ft = 1,10 \text{ cm}$$

La part de flèche préjudiciable est un peu forte

on va augmenter la section d'acier

On prend A_n = 3,67 x (1,17/1,10)² = 4,15 cm²

fd → $\sigma_a = 3\,001,45 \text{ bars}$

$$\Delta ft = 1,09 \text{ cm ADMISSIBLE}$$

$$\bar{\Delta} ft = 1,10 \text{ cm}$$

6.00	ENT†
10.00	ENT†
1.00	GSBA
1.000	T
0.600	Z
1.317	Y
3.048	X
	GSBA
	R/S
3400.00	***
	R/S
50.00	***
600.00	R/S
600.00	***
	R/S
18.00	***
785.00	***
353250.00	***
3.048+02	ENT†
785.00	x
239260.00	***
	R/S
239260.00	***
.75	R/S
0.75	***
179451.00	***
3.67	***
	R/S
3.67	***
3400.00	***
1.17	***
1.10	***
1.17	ENT†
1.10	÷
	X ²
3.67	x
	GSBA
4.15	***
3001.45	***
1.09	***
1.10	***

APPLICATION DE FLEXION COMPOSEE S

CALCULS DE FERRAILLAGES EN FLEXION COMPOSEE D'UNE SECTION EN TÉ

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les éléments essentiels nécessaires au dimensionnement d'une section en T en béton armé soumise à la Flexion Composée, rapportée* au centre de gravité du béton seul, la section étant partiellement tendue.

DONNEES

L'axe S est l'axe origine des coordonnées x

Dans cette application particulière l'axe S est choisi passant par la fibre supérieure S comprimée.

$M > 0$ moment fléchissant comprimant la fibre supérieure S

$N > 0$ effort normal de compression appliqué en G soit à z

* $z = v'$ distance de l'axe G à l'axe S, connue ou inconnue,

h hauteur utile

d' distance des armatures comprimées à l'axe S

$\bar{\sigma}_a$ contrainte admissible des aciers

m coefficient d'équivalence (BA 68 $m=15$)

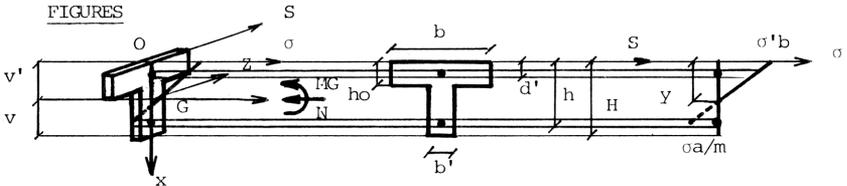
$\bar{\sigma}'_b$ contrainte de compression admissible du béton en compression simple

b largeur de la table de compression

h_0 hauteur de la table de compression

b' largeur de la nervure

H hauteur totale de la section en T.



- ★ Si l'effort normal est rapporté à un axe Z quelconque, $z \neq v'$ est la distance de l'axe Z à l'axe S, distance mesurée suivant ox.

RESULTATS

- v' distance du centre de gravité du béton seul à la fibre supérieure
 I Inertie de la section totale de béton seul
 $eI = I/Sv'$ rayon vecteur du noyau central du béton seul
 y_0 côte de l'axe neutre de la section de béton seul, béton tendu non négligé.

2 solutions de ferrailage A

Armatures tendues seules

Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferrailage, détermination de

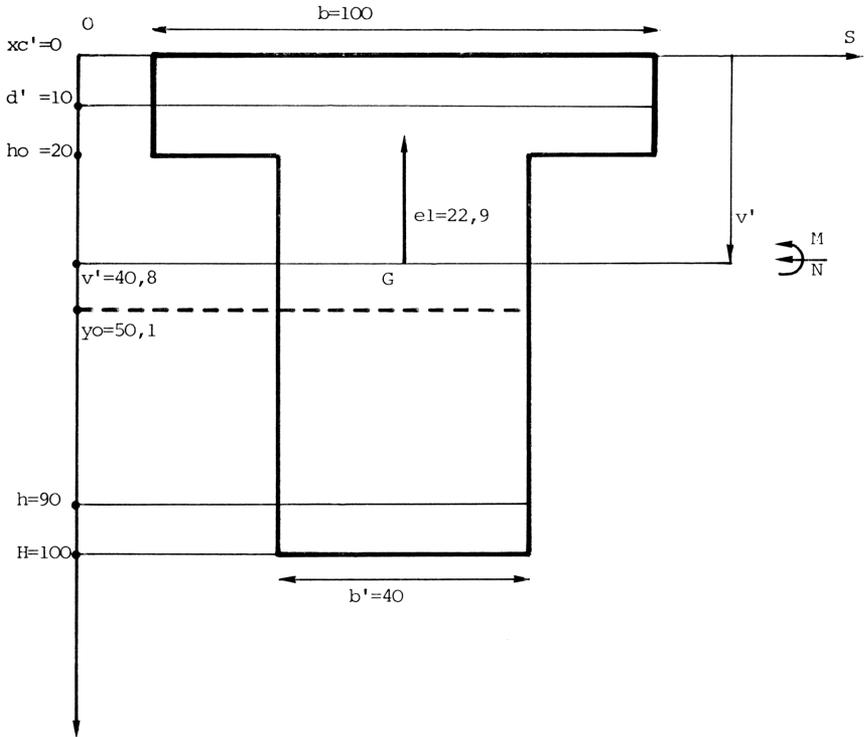
- 1 - $-S\bar{\sigma}'_b o$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)
- 2 - $\bar{\sigma}'_b e$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'_b o$)
- 3 - $2\delta'\bar{\sigma}'_b o$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition 9,46 du BA 68
- 4 - σ'_b contrainte de compression sur la fibre supérieure
- 5 - y côte de l'axe neutre.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="button" value="NORM"/> <input type="button" value="ENG"/>		
2	Initialiser		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="e"/>	1	
3	Introduire les données	MG	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="1"/>		
		N	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="2"/>		
		v'?	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="3"/>		
		h	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="4"/>		
		d'	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="5"/>		
		o	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="6"/>		
		$\bar{\sigma}_a$	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="7"/>		
		m	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="8"/>		
		$\bar{\sigma}'_{bo}$	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="9"/>		
4	Introduire le béton	b	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value=""/>		
		ho	<input type="button" value="D"/> <input type="button" value=""/>	ho/2	
		ho	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value=""/>		
		b'	<input type="button" value="↑"/> <input type="button" value=""/>		
		H	<input type="button" value="B"/> <input type="button" value=""/>	v'	
	Si v' non introduit au cours	v'	<input type="button" value="STO"/> <input type="button" value="3"/>		
	de 2		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="b"/>	e1	
5	Section partiellement tendue		<input type="button" value="O"/> <input type="button" value="D"/>	yo	
	si $o < yo < H$		<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>		
6	2 solutions de ferrailage		<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>		
	Armatures tendues seules		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="CLF"/>	Ao	I
		o	<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>	A1	I
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	⋮	I
	Armatures symétriques		<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="STF"/>	A	I
		o	<input type="button" value="f"/> <input type="button" value="a"/>		
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	T I
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	$\bar{\sigma}'_{be}$	Z I
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$	Y I
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	$\sigma'b$	X I
			<input type="button" value=""/> <input type="button" value=""/>	y	I

EXEMPLE

$M = 100 \cdot 10^5 \text{ cm} \times \text{daN} \quad (100\text{tm})$

$N = 100 \cdot 10^3 \text{ daN} \quad (100 \text{ tonnes})$



DONNEES

EXEMPLE

Contraintes	$\bar{\sigma}_a$	m	$\bar{\sigma}'_b$
Coordonnées	h	d'	o
Sollicitation	M	N	v'

2800	15	81
90	10	0
$100 \cdot 10^5$	$100 \cdot 10^3$	v'?

EXEMPLES

Section en T \bar{e}

Table de compression de 100 x 20 cm

Nervure de 40 x 80 cm

soumise à une sollicitation rapportée

en son centre de gravité G

MG = 100 x 10⁵ m x daN (\sim 100tm)

N = 100 x 10³ daN (\sim 100 tonnes)

Distance de G à la fibre supérieure S

z = v', non connue

Distance du centre de gravité des aciers

aux fibres extrêmes évaluée à 10 cm

h = 90 cm

d' = 10 cm

$\bar{\sigma}_a$ = 2800 bars

m = 15

$\bar{\sigma}'_{bo}$ = 81 bars

			ENG
			GSEe
M	→	100.+05	ST01
N	→	100.+03	ST02
h	→	90.	ST04
d'	→	10.	ST05
xc'	→	0.	ST06
$\bar{\sigma}_a$	→	2800.	ST07
m	→	15.	ST08
$\bar{\sigma}'_{bo}$	→	81.	ST09
b	→	100.	ENT1
ho	→	20.	GSEB
ho	→	20.	ENT1
b'	→	40.	ENT1
H	→	100.	GSEB
z = v'	→ v'	40.2+00	***
			ST03
			GSEb
			0. GSEB
		50.1+00	***
			CF0
			GSEa
		22.9+00	***
		26.1+00	***
		30.5+00	***
		30.9+00	***
	→ A		
	→ -SM $\bar{\sigma}'_{bo}$	-16.0+00	Y
	→ $\bar{\sigma}'_{be}$	135.+00	Z
	→ 2 $\delta'_b \bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Y
		120.+00	X
	→ Y	35.1+00	***
			SF0
			GSEa
		30.9+00	***
	→ A=A'	30.6+00	***
	→ -SM $\bar{\sigma}'_{bo}$	-15.5+00	T
	→ $\bar{\sigma}'_{be}$	137.+00	Z
	→ 2 $\delta'_b \bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Y
	→ $\bar{\sigma}'_b$	104.+00	X
	→ Y	32.2+00	***

Introduction du programme

FLEXCOQOQ (2 pistes)

Introduction des données

Sollicitation

$$M = 100 \cdot 10^5 \text{ STO1}$$

$$N = 100 \cdot 10^3 \text{ STO2}$$

$$v' = ? \text{ non connu}$$

Coordonnées

$$h = 90 \quad \text{STO4}$$

$$d' = 10 \quad \text{STO5}$$

$$x_0 = 0 \quad \text{STO6}$$

Contraintes

$$\bar{\sigma}_a = 2800 \quad \text{STO7}$$

$$m = 15 \quad \text{STO8}$$

$$\bar{\sigma}'_{bo} = 81 \quad \text{STO9}$$

Introduction de la section de béton

$$\text{table } b = 100 \uparrow h_0 = 20 D \rightarrow h_0/2$$

$$\text{nervure } 2 \times (h_0) \quad b' = 40 \uparrow H = 100B \text{ PREx } \rightarrow v' : 40,8 \text{ STO3}$$

Introduction de la sollicitation dans les registres

de calcul S1 et S2 $fb \rightarrow e1$

2 solutions de ferrailage

armatures tendues seules

f CLF O fa

$$A = 30,9 \text{ cm}^2$$

$$-SM\bar{\sigma}'_{bo} = -16,0 \cdot 10^6$$

$$\bar{\sigma}'_{be} = 135 \text{ bars}$$

$$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 162 \text{ bars}$$

$$\sigma'b = 120 \text{ bars}$$

$$y = 35,1 \text{ cm}$$

armatures symétriques

d STF O fa

$$A = A' = 30,6 \text{ cm}^2$$

$$-SM\bar{\sigma}'_{bo} = -15,5 \cdot 10^6$$

$$\bar{\sigma}'_{be} = 137 \text{ bars}$$

$$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 162 \text{ bars}$$

$$\sigma'b = 104 \text{ bars}$$

$$y = 32,2 \text{ cm}$$

FLEXCOQ - FLEXION COMPOSEE
CALCUL DES ARMATURES COMPRIMEES

INTRODUCTION

Cette application du programme FLEXCOQ permet de continuer le calcul d'une section lorsqu'il y a nécessité d'armatures comprimées du fait du non respect de la condition de sécurité (ou du dépassement de la contrainte admissible du béton en fibre supérieure).

PRINCIPE

On peut calculer une section d'aciers comprimés A' permettant de se rapprocher de la condition de sécurité.

$$A' = \frac{M+N(h-v') - SM\bar{\sigma}'b_0}{\sigma'a(h-d')}$$

DONNEES

$\sigma'a$ contrainte admissible des aciers comprimés

RESULTATS

Contrainte en tout point de la section
Sections d'armatures tendues et comprimées.

PRINCIPE DE CALCUL DES ACTIERS COMPRIMES

FLEXOCOCC

CONDITION DE SECURITE

BA 68 Article 22 (page 28)

22.1 Section mise en charges après complet achèvement

Dans les sections fléchies, le moment des forces élastiques MC agissant sur le béton comprimé seul de la section homogène réduite (sous la sollicitation totale pondérée du premier genre la plus défavorable), par rapport au centre de gravité (des aires) des armatures tendues ne doit pas dépasser la valeur :

$$MC < SM \bar{\sigma}'_{bo} \left(1.10 - \frac{\bar{\sigma}'_{bo}}{1000} \right)$$

SM représentant le moment statique de la section du béton comprimé seul (situé du côté comprimé par rapport à la parallèle à l'axe neutre menée par le centre de gravité susvisé) par rapport au centre de gravité des armatures rendues.

$$SM = S1 (g1-xA)$$

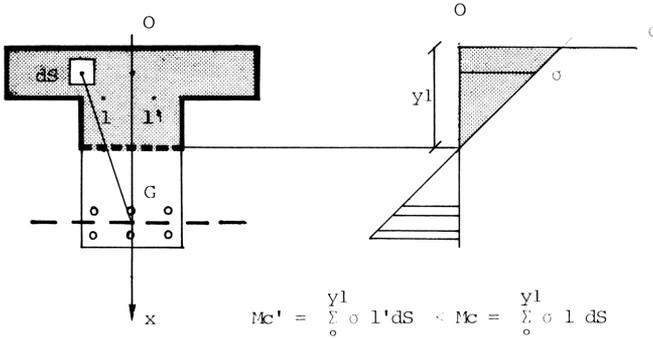
S1 étant la section de béton comprimé seul et g1 la distance de son centre de gravité G1 par rapport à l'axe Q de référence des coordonnées x.

Commentaire de l'article 22.1 du BA 68

Dans le calcul d'une section fléchie, menée par application des prescriptions du premier alinéa du présent paragraphe 22.1, l'augmentation de l'aire de l'armature tendue conduit à la diminution de la contrainte maximale de compression du béton. Par conséquent, pour une section simplement fléchie le moment fléchissant admissible augmente, toutes choses égales par ailleurs, avec l'aire de l'armature tendue. Or les essais montrent que pour une section de béton donnée, le moment de rupture ne peut croître avec l'aire de l'armature tendue au-dessus d'une borne, ou plafond, qui ne dépend que de la forme de la section et de la qualité du béton. C'est la raison pour laquelle les considérations de sécurité ont conduit à formuler la prescription du second alinéa du présent paragraphe 22.1.

APPROXIMATION

Par simplification nous considérons le moment MC' des forces élastiques agissant sur le béton comprimé seul de la section rendue homogène réduite (sous la sollicitation totale pondérée du premier genre la plus défavorable) par rapport à l'AXE \star passant par le centre de gravité des aires des armatures tendues, AXE que nous prenons perpendiculaire au plan radial contenant le centre de pression, \star (au lieu du centre de gravité comme le demande le BA 68).



$$MC' = MZ + N |z-xA| - \Sigma A' \sigma' a |xA' - xA| < MC < (1,10 - \frac{\bar{\sigma}'bo}{1000}) SM \bar{\sigma}'bo$$

Si, pour une solution de ferrailage, la condition de sécurité n'est pas satisfaite, on peut déterminer une section A' d'aciers comprimés permettant de se rapprocher de cette condition de sécurité.

$$A' = \frac{MZ + N |z-xA| - SM \bar{\sigma}'bo}{\sigma' a |xA' - xA|}$$

Si on choisit l'axe S passant par la fibre supérieure comprimée de la section, et pour axe Z l'axe passant par le centre de gravité du béton seul.

$$A' = \frac{M + N (h-v') - SM \bar{\sigma}'bo}{\sigma' a (h-d')}$$

En général, dans la plupart des cas, la condition de sécurité permet d'évaluer les aciers comprimés si nécessaire, la condition de non dépassement de la contrainte admissible sur la fibre extrême comprimée du béton, permettant d'ajuster cette section d'aciers.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduction du programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLEXCOQCOQ (2 pistes) 1 %		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Voir application de FLEXCOQCOQ		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	au calcul de ferrailages d'une		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	section rectangulaire ou en T \bar{e}		<input type="text"/> <input type="text"/>		
3	Solution de ferrailage		f CLF	Ao	P
	Armatures tendues seules A	0	f a	:	P
			<input type="text"/> <input type="text"/>	A	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$-SM\bar{\sigma}'bo$	T I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'be$	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\bar{\sigma}'bo$	Y I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	X I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	y	I
4	Calcul de M + N (h-v')		RCL 1		
	Moment résultant par rapport au		RCL 2		
	centre de gravité des armatures		RCL 3		
			RCL 4		
			- X		
			- PRTx		
			STO * 0		
5	Introduction des armatures tendues		R/S <input type="text"/>		
6	Calcul de $\sigma'a$		RCL 5		
			f c	$\sigma'a$	
7	Si $\sigma'a > \bar{\sigma}'a$ introduire $\bar{\sigma}'a$	$(\bar{\sigma}'a)$	<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Calcul des armatures comprimées		1/x <input type="text"/>	$1/\sigma'a$	
	A'		RCL 0		
			RCL 4		
			RCL 5		
			- :		
			X PRtX	A'	
9	Introduction des armatures comprimées		RCL 5		

EXEMPLE 1

Section rectangulaire avec nécessité d'armatures comprimées.

Section de 100 par 100 sollicitée par un effort normal

N = 225 tonnes et un moment M = 180 tm

Introduire le programme FLEXCOCCQ (2 pistes)

Initialisation

fCLREG fe

Introduction des données

Sollicitation

M = 180 10⁵ STO1
 N = 225 10³ STO2
 z=H/2 = 50 STO3

Coordonnées

h = 90 STO4
 d' = 10 STO5

Contraintes

$\bar{\sigma}'a = \bar{\sigma}a$ = 2 670 STO7
 m = 15 STO8
 $\bar{\sigma}'bo$ = 75 STO9

Introduction de la section de béton

b = 100 STOB
 H = 100 STOA D fb

Solution de ferrailage

. Armatures tendues seules

fCLFO fa

A = 49,5 cm²
 $-SM\bar{\sigma}'bo$ = -22,2 10⁶
 $\bar{\sigma}'be$ = 150 kg/cm²
 $2\delta'\bar{\sigma}'bo$ = 150 kg/cm²
 $\sigma'b$ = 165 kg/cm² $\bar{\sigma}'b = 150$ kg/cm²
 y = 43,3 cm

Calcul du moment sollicitant par rapport aux armatures tendues

RCL1 (M) RCL2 (N) RCL3 (v') RCL4 (h) - X -PRIX STO + 0

M + N(h-v') = 27,0 10⁶ > 22,2 10⁶ = SM $\bar{\sigma}'bo$

CLRG	
GSEa	
180.+05	STO1
225.+03	STO2
53.	STO3
90.	STO4
10.	STO5
2670.	STO7
15.	STO8
75.	STO5
100.	STOB
100.	STOA
GSEC	
GSEb	
CF0	
GSEa	
16.7+00	***
23.3+00	***
43.0+00	***
48.5+00	***
49.4+00	***
49.5+00	***
-22.2+00	T
150.+00	Z
150.+00	Y
165.+00	X
43.3+00	***
RCL1	
RCL2	
RCL3	
RCL4	
-	
X	
-	
27.0+00	***
ST+0	
R/0	
RCL5	
GSEc	
1.90+03	***
1/1	
RCL0	
RCL4	
RCL5	
-	
÷	
X	
31.6+00	***

Introduction des armatures tendues et calcul de la contrainte au niveau des armatures comprimées A'

$$R/S \text{ RCL5}(d') \text{ fc PRTx } \sigma'a = 1\,900 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}a$$

Calcul des armatures comprimées A'

$$A' = \frac{M+N(h-v') - S\bar{\sigma}'b_0}{\sigma'a(h-d')}$$

1/x(1/σ'a) RCL0 (numérateur) RCL4(h) RCL5(d') - : X PRTx

$$A' = 31,6 \text{ cm}^2$$

Introduction des armatures comprimées et calcul de la nouvelle position y de l'axe neutre

$$\text{RCL5}(d') \text{ A PRTx R/S PRTx } y = 41,4 \text{ cm}$$

Calcul des contraintes et ajustement des sections d'aciers

$$C \text{ PRTx } \sigma'b = 145 \text{ kg/cm}^2$$

$$A'n = 31,6 \times \frac{(\sigma'b)}{\bar{\sigma}'b}$$

$$\text{RCL6} : x^2 \times x^2 \ 31,6 \times \text{PRTx} \quad A' = 27,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{RCL4}(h) \text{ fc PRTx } a = 2\,560 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = 49,5 \times \frac{\sigma_a}{\bar{\sigma}a}$$

$$\text{RCL7 CHS} : 49,5 \times$$

$$A = 47,4 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma A = 75,0 \text{ cm}^2$$

	RCL5
	GSBA
41.4+00	***
	GSBA
	R/S
41.4+00	***
	GSBC
145.+00	***
	RCL6
	=
	X ²
	X ²
31.6	x
27.6+00	***
	RCL4
	GSBC
-2.56+00	***
	RCL7
	CHS
	=
49.5	x
47.4+00	***

EXEMPLE 2

Section en T \bar{E} avec double armature soumise à un effort normal N = 160 t et un moment fléchissant M = 115 tm

Largeur de la table de compression $b = 100$ cm
 Epaisseur de la table de compression $h_0 = 27$ cm
 Largeur de la nervure $b' = 40$ cm
 Hauteur utile $h = 90$ cm
 Hauteur totale $H = 100$ cm
 Distance des armatures comprimées $d' = 10$ cm

Initialisation

fCLREG fe

Introduction des données

Sollicitation

M = 115 10⁵ ST01
 N = 160 10³ ST03
 z=v' non connu

Coordonnées

h = 90 ST04
 d' = 10 ST05

Contraintes

$\bar{\sigma}_a = 3000$ ST07
 m = 15 ST08
 $\bar{\sigma}'_{bo} = 75$ ST09

Introduction de la section de béton

table $b = 100$ † $h_0 = 27$ D $h_0/2$
 nervure 2 X (h₀) $b' = 40$ †
 H = 100 B v' ST03 fb

Solution de ferrailage armatures tendues seules

f CLFO fa

A = 29,9 cm²
 $-S\bar{M}\bar{\sigma}'_{bo} = -17,3$ 10⁶
 $\bar{\sigma}'_{be} = 131$ kg/cm²
 $2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 150$ kg/cm²
 $\bar{\sigma}'_b = 141$ kg/cm²
 y = 37,1 cm

Calcul de M + N (h-v')

RCL1 (M) RCL2 (N) RCL3 (v') RCL4 (h) - X - PRITX STO + O

	CLRG
	GSBE
115.+05	STC1
160.+03	STO2
90.	STO4
10.	STO5
3000.	STO7
15.	STO8
75.	STO8
100.	ENT1
27.	GSBO
2.	X
40.	ENT1
100.	GSBE
	STO3
	GSBE
	CFB
	GSBO
22.4+00	***
25.0+00	***
25.3+00	***
29.8+00	***
-17.3+00	T
131.+00	Z
150.+00	Y
141.+00	X
37.1+00	***
	RCL1
	RCL2
	RCL3
	RCL4
	-
	X
	-
	ST+0
19.6+00	***
	R/S
	RCL5
	GSBO

$$M + N (h-v') = 19,6 \cdot 10^6 > 17,3 \cdot 10^6 = SM\bar{\sigma}'_a b_0$$

Introduction des armatures tendues et calcul de la contrainte au niveau des armatures comprimées A'

$$R/S \text{ RCL5 (d')} \text{ fc PRTx } \sigma'_a = 1 \text{ 540 kg/cm}^2 < \bar{\sigma}'_a$$

Calcul des armatures comprimées A'

$$A' = \frac{M+N(h-v') - SM\bar{\sigma}'_a b_0}{\sigma'_a (h-d')}$$

$$1/x (1/\sigma'_a) \text{ RCL0 (numérateur) RCL4(h) RCL5(d')} - : \text{PRTx}$$

$$A' = 18,9 \text{ cm}^2$$

Introduction des armatures comprimées et calcul de la nouvelle position y de l'axe neutre

$$\text{RCL5(d')} \text{ A PRTx R/S } y = 35,6 \text{ cm}$$

Calcul des contraintes et ajustement des sections d'aciers

$$C \text{ PRTx } \sigma'_b = 129 \text{ kg/cm}^2$$

$$A'n = 18,9 \times \left(\frac{\sigma'_b}{\sigma'_a}\right)^4$$

$$\text{RCLD : } x^2 \times x^2 \text{ 18,9 X } \quad A' = 17,7 \text{ cm}^2$$

$$\text{RCL 4 (h) fc PRTx } \sigma_a = -2 \text{ 960 kg/cm}^2$$

$$A_n = 29,9 \times \frac{\sigma_a}{\sigma_a}$$

$$\text{RCL7 CHS : } 29,9 \text{ X } \quad A = 29,5 \text{ cm}^2$$

$$17,7 + \quad \Sigma A = 47,2 \text{ cm}^2$$

	RCL0
	RCL4
	RCL5
	:
29.1183	***
	A
18.9188	***
	RCL5
	68DA
35.6188	***
	A' =
	68DE
129.188	***
	RCLD
	:
	A ²
	18
	18.9
	A
17.7188	***
	RCL4
	68DE
-2.96183	***
	RCL7
	CHS
	:
	A
29.9	***
29.5188	***
	A
17.7	***
47.2188	***

APPLICATION DE FLEXCOQ (S et M)

Données numériques relatives aux armatures

INTRODUCTION

Cette application des programmes FLEXCOQ permet de déterminer des sections réelles d'acier à partir des sections théoriques données par les calculs de ferrailage.

DONNEES OU RESULTATS. Axe S, axe origine des coordonnées x.

ni nombre de barres de même diamètre ϕ_{imm}
 ϕ_{imm} diamètre en millimètres, des barres situées à di
di côte en cm des barres par rapport à l'axe S
Em espacement en mètre de barres de même diamètre ϕ_{imm}
Ai section d'acier en cm^2
gi distance du centre de gravité à l'Axe S de Σni barres.

Ronds lisses et barres à haute adhérence

Diamètres nominaux

ϕ mm 5.6.8.10.12.16.20.25.32.40.

Sections nominales de groupes de barres de même diamètre nominal ϕ_{imm} .

Sections nominales de groupes de barres de diamètres nominaux différents.

Treillis soudés

Diamètres nominaux

ϕ mm 3.3,5.4.4,5.5.5,5.6.7.8.

Espacements normalisés Em en mètre

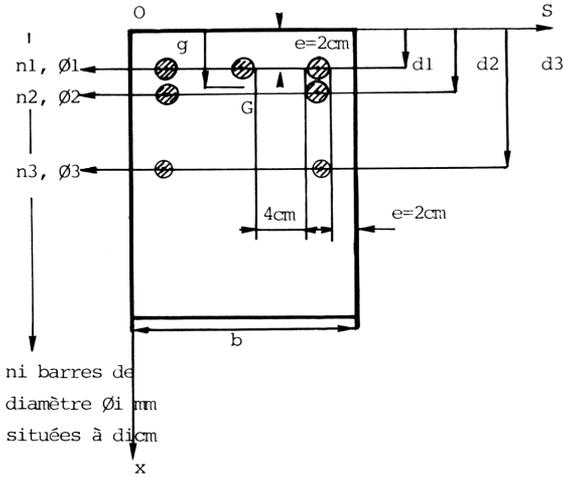
Em 0,05. 0,075. 0,10. 0,125. 0,15. 0,20. 0,25. 0,30.

Sections nominales en cm^2 par mètre linéaire $A_{cm^2/ml}$.

Poids d'aciers en barres

FIGURE ET EXEMPLE

Dimensions en cm sauf diamètres en mm.



n_i barres de
diamètre ϕ_i mm
situées à d_i cm
x

Données complémentaires sur les aciers

d distance des aciers à la paroi (BA 63)

1ère nappe $d_1 = (40 + \phi_1) : 20$

2ème nappe $d_2 = d_1 + (\phi_1 + \phi_2) : 20$

3ème nappe $d_3 = d_2 + (\phi_2 + \phi_3 + 50) : 20$

n nombre maximal de barres par nappe pour une largeur
 b (BA 60)

$$n = b : (4 + \phi_{mm}/10)$$

e enrobage 2 cm ou $\phi > 20$
par heure coupe feu 1,5 cm

CONTRAINTES ADMISSIBLES POUR LES ACIERS COURAMMENT EMPLOYES

Valeurs de $\bar{\sigma}_a$: Exprimées en bars à partir de σ en exprimée en kg/cm^2
 et de $g = 9.80665$ (valeur recommandée par l'ISO pour
 l'accélération de la pesanteur)
 soit $\bar{\sigma}_a \text{ bars} = \frac{2}{3} \times \frac{g}{10} \sigma \text{ en } \text{kg}/\text{cm}^2$.

- Acier doux lisse ($\sigma = 2\ 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$) = 2 157 bars	<u>Fe E 22</u> <u>$\bar{\sigma}_a = 1438 \text{ bars}$</u> (= 1 467 kg/cm^2)
- Acier à Haute Adhérence ($\sigma = 4\ 000 \text{ kg}/\text{cm}^2$) = 3 923 bars ($\sigma = 4\ 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$) = 4 119 bars	<u>AHA Fe E 40</u> <u>$\emptyset \geq 25 \bar{\sigma}_a = 2615 \text{ bars}$</u> (= 2 667 kg/cm^2) <u>$\emptyset < 20 \bar{\sigma}_a = 2746 \text{ bars}$</u> (= 2 800 kg/cm^2)
- Treillis soudé ($\sigma = 5\ 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$) = 5 099 bars ($\sigma = 4\ 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$) = 4 168 bars	<u>T.S Fe E 52</u> <u>$\emptyset < 6\text{mm} \bar{\sigma}_a = 3400 \text{ bars}$</u> (= 3 467 kg/cm^2) <u>$\emptyset \geq 8\text{mm} \bar{\sigma}_a = 2779 \text{ bars}$</u> (= 2 833 kg/cm^2)

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A	
1	Introduire le programme	NORM	FIX		
2	Calcul de la section nominale A				
	de n barres de même diamètre	n	↑		
	Ø en millimètre	Ø mm	E	$A \text{ cm}^2$	
3	Calcul de la section nominale	n1	↑		
	de groupes de barres de diamè-	Ø1mm	E	$A1 \text{ cm}^2$	
	tres différents				
	j = 2,3 ...n	nj	↑		
		Øjmm	E	$Aj \text{ cm}^2$	
			+	$A1 + \sum Aj \text{ cm}^2$	
4	Calcul du nombre n de barres de				
	même diamètre nécessaires pour				
	constituer une section A	$A \text{ cm}^2$	↑		
	DONNEES A Ø		1	↑	
	RESULTAT n	Ø mm	E	:	n
5	Calcul du diamètre Ø de n barres				
	de même diamètre nécessaires				
	pour constituer une section	$A \text{ cm}^2$	↑		
	DONNEES A n	n	↑		
	RESULTAT Ø		1	E	
			:	√x	Ø mm
6	Calcul de la section nominale				
	$A \text{ cm}^2 / \text{ml}$				
	Espacement en mètre	$E \text{ m}$	1/x	n	
	Diamètre en millimètre	Ømm	E	$A \text{ cm}^2 / \text{ml}$	
7	Calcul de l'Espacement $E \text{ m}$				
	de barres de même diamètre Ø	Ømm	E		
	nécessaires pour constituer une				
	section $A \text{ cm}^2 / \text{ml}$	$A \text{ cm}^2 / \text{ml}$:	$E \text{ m}$	
8	Calcul du diamètre Ø de barres	$A \text{ cm}^2 / \text{ml}$	↑		
	de même diamètre espacées $E \text{ m}$	$E \text{ m}$	1/x	n	

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
	nécessaires pour constituer une		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	section A_{cm}^2/ml		1 E		
			: \sqrt{x}	$\varnothing mm$	
9	Recherche du centre de gravité		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	de groupes de barres		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Initialiser		f e	1	
			STO 8		
	Nombre de barres	ni	↑ <input type="text"/>		
	de même diamètre	$\varnothing i$	E <input type="text"/>		
	situés à la même côte	di	A <input type="text"/>	gi	
	gi côte du cdg des Σni barres		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$i = 1,2, \dots n$ Calcul de la		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	section totale d'acier		f LSTx	$\Sigma Ai \text{ cm}^2$	
			O D	gi	
		0	↑ A	gi	
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Poids d'acier en barres	ENG	f e	1	
			STO 8		
	Nombre d'aciers identiques	ni	↑ <input type="text"/>		
	de diamètre $\varnothing imm$	$\varnothing imm$	E <input type="text"/>	Ai	
	de longueur $li \text{ cm}$	$li \text{ cm}$	A <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Section		f LSTx	ΣAi	
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	v_i volume en cm^3		X <input type="text"/>	v	
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Densité	7,85	X <input type="text"/>	p	
	p poids en grammes		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

EXEMPLE DE LA FIGURE

- 1 Introduire le programme FLEXCOQO
- 2 5Ø20 5 ↑ 20E → 15,71cm²
- 3 2Ø16 + 5Ø20 2 ↑ 16E → 4,02cm²
5 ↑ 20E → 15,71cm²
+ 19,73cm²
- 4 nombre de Ø16 pour réaliser 20cm²
20↑ 1↑ 16E : → 9,95 soit 10Ø16
- 5 Diamètre pour réaliser 45cm² en 10 aciers
45↑ 10↑ 1E : √x 23,9mm soit Ø25
- 6 Section par mètre linéaire de T.S Ø5,5 tous les 0,30m
.3 1/x 5,5E → 0,79cm²/ml
- 7 Espacement de T.S Ø4,5 pour réaliser 1,3cm²/ml
1↑ 4,5E 1,3 : → 0,122m soit 0,10m
- 8 Diamètre pour réaliser 3cm²/ml avec espacement de 0,15M
3↑ 0,15 1/x 1E : √x → 7,57mm soit Ø8
- 9 Recherche du centre de gravité des aciers de la figure
3Ø20 à 3cm 3↑ 20E 3 A
+2Ø20 à 5cm 2↑ 20E 5 A
+2Ø16 à 9,3cm 2↑ 16E 9,3 A → g = 4,92
Section totale FLSTx → 19,73cm²

EXEMPLE 2	FIN	EMPLE 6	.30 1/x	EXEMPLE 9	GSBe
5Ø20	5.00 ENT↑	,5ts les	5.50 GSBE	3Ø20	ST08
	20.00 GSSE	0,30M	0.79 ***	àd1=3cm	5.00 ENT↑
	15.71 ***	Acm ² /ml		+	20.00 GSBE
EXEMPLE 3	2.00 ENT↑	EMPLE 7	1.00 ENT↑	2Ø20	3.00 GSBA
2Ø16+5Ø20	16.00 GSSE	3cm ² /ml	4.50 GSBE	àd2=5cm	2.00 ENT↑
	5.00 ENT↑	Ø4,5	1.30 ÷	+	20.00 GSBE
	20.00 GSBE	Ø4,5ts les	0.12 ***	2Ø16	5.00 GSBA
	+	0,10m		àd3=9,3cm	2.00 ENT↑
	19.73 ***	EMPLE 8	3.00 ENT↑	16.00 GSBE	5.30 GSBA
EXEMPLE 4	20.00 ENT↑	m ² /ml	.15 1/x	→ g	4.92 ***
20cm ² en Ø16	1.00 ENT↑	:s les 0,15m	1.00 GSBE		
→ 10Ø16	16.00 GSBE		÷	19,73cm ²	LSTX
	+	Ø8	7.57 ***	à	19.73 ***
	9.95 ***			g=4,92cm	0.00 GSBD
EXEMPLE 5	45.00 ENT↑			→ g	4.92 ***
45cm ² en 10	10.00 ENT↑				0.00 ENT↑
aciers	1.00 GSBE				GSBA
10Ø25	÷				4.92 ***
	√x				
	23.94 ***				

Poids d'aciers en barres

Poids des aciers de la figure

Soit 3Ø20 de 620 cm
2Ø20 de 300 cm
2Ø16 de 580 cm

ENG fe ST08

3† 20 E 620 A

2† 20 E 300 A

2† 16 E 580 A

Section fLSTx + S = 19,7 cm²

Volume X + v = 10,1 (dm³) 10³.cm³

Poids 7,85 X P = 79 (kg) 10³.g

ENG
GSEe
ST08
3. ENT†
20. GSEE
620. GSEH
2. ENT†
20. GSEE
300. GSEH
2. ENT†
16. GSEE
580. GSEH
LSTx
19.7+00 ***
x
10.1+03 ***
7.85 x
79.0+03 ***

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

DES SECTIONS DECOMPOSEES EN RECTANGLES ET EN PETITS ELEMENTS

Matériau hétérogène type béton armé

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les caractéristiques géométriques d'une section de forme quelconque décomposée en rectangles, et en petits éléments assimilés à leurs aires concentrées en leur centre de gravité respectifs, et dont on néglige les inerties propres par rapport à leurs centres de gravité. Cette application est faite pour un matériau hétérogène type béton armé.

DONNEES

L'Axe S quelconque, est l'axe origine des coordonnées x.

- Pour un rectangle
 - xi côte supérieure
 - bi largeur
 - xi + l côte inférieure

- Petits éléments
 - n petits vides circulaires
 - de diamètre \emptyset mm (en dixième d'unité de longueur)
 - situés à la côte xl
 - petits éléments d'aires Bk
 - dont les centres de gravité sont à la côte xk

- Pour les aciers
 - ni nombre de barres de même diamètre \emptyset_{im} situées à la même côte di.

RESULTATS

Pour les j premiers éléments cumulés ou pour la section totale rendue homogène

- Par rapport à l'axe S

g cote du centre de gravité

S section

HS moment statique de la section rendue homogène

IS moment d'inertie de la section rendue homogène

- Par rapport au centre de gravité

IG moment d'inertie de la section rendue homogène

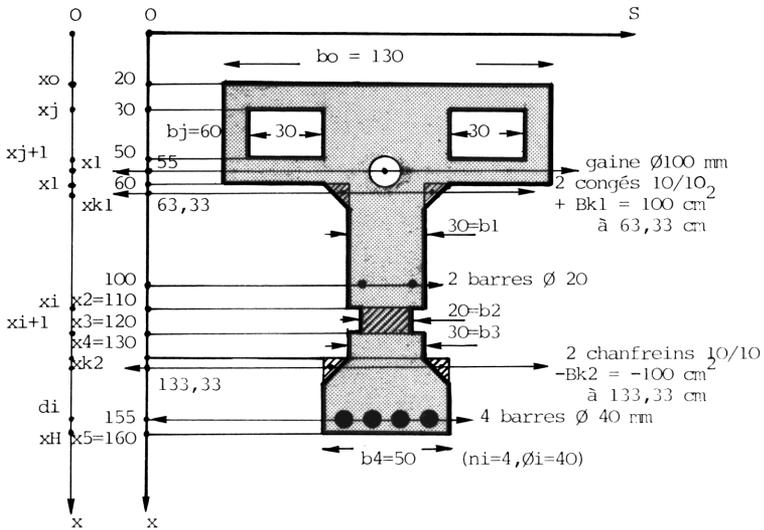
e rayons vecteurs du noyau central de la section rendue homogène

$$e_h = IG/Sv'$$

$$e_b = -IG/Sv$$

$$i \text{ rayon de giration } i = \sqrt{I/S}$$

FIGURE ET EXEMPLE THEORIQUE



Remarque. Dans cet exemple, en ce qui concerne les 4 triangles identiques le fait d'en considérer 2 en positif et 2 en négatif donne une somme des inerties propres (négligées) nulle, donc il n'y a pas d'approximation.

En ce qui concerne la gaine circulaire, on a négligé son inertie propre ($= \pi r^4 / 4 = 491$ cm⁴ faible devant IG).

Pour un calcul exact retrancher 491 cm⁴ dans le registre S6.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire FLEXCOQ	NORM	ENG		
	Annuler les registres primaires		f	CLREG	
2	Initialiser		f	e	1
3	Introduire le béton	xi	↑		
	par rectangles i (i=0,1,2...H)	bi	↑		
	gi par côte du cdg rectangles introduits	xi+1	B		gi
	Si xo=0 l'indication d'ERROR est normale	0	1	R/S	x1/2
4	Pour retrancher un vide rectan-	xj	↑		
	gulaire ex ; poutre caisson, ou	bj	CHS	↑	
	supprimer un élément déjà	xj+1	B		
	introduit				
5	Petits éléments	m = 1	STO	8	
a	Congés, chanfreins, petits vides				
	Pour ajouter (+Bk) ou soustrai-				
	re (-Bk) des petits éléments				
	assimilés à des aires Bk con-				
	centrées en leurs centres de	$\pm Bk$	↑		
	gravité côte xk	xk	A		gk
b	Pour retrancher n vides circu-				
	laire (gaines, par exemple de	n	CHS	↑	-n
	précontrainte) situés à la	$\varnothing m$	E		
	côte xi	x1	A		g1
6	Introduire les aciers				
	m coefficient d'équivalence				
	BA 68 m = n = 15	m	STO	8	
	ni nbre de barres de m diamètre	ni	↑		
	$\varnothing i$ diamètre en mm, situées à	$\varnothing i$	E		Ai
	di côte de leur centre de gravité	di	A		gi
7	A tout moment on peut imprimer				

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS	I/A
	en mode	TRACE	f	d		
	les caractéristiques géométriques de l'ensemble des éléments introduits en section rendue homogène, par rapport à l'axe S				RCLS6→ IS	
					RCLS5→ HS	
					RCLS4→ S	
	Ne pas oublier de repasser ensuite en mode	NORM	f	d	IG	
8	A tout moment on peut afficher el	1	STO	1		
	Rayons vecteur du noyau central des éléments introduits de côtes extrêmes xo et xh	xo	STO	6		
			b	b	el > 0	
		xh	STO	6		
	Si on effectue 8 avant 6 on a les rayons vecteurs de la section de béton seul		f	b	el < 0	
			f	LSTx	S	
	Calcul de -I/v ou I/v'				-I/v	
9	Calcul du rayon de giration $i = \sqrt{I/S}$		f	d	I	
			f	LSTx		
			:	\sqrt{x}	i	

EXEMPLE DE LA FIGURE

Introduire le programme FLEXCOQOQ

Se placer en mode NORM et notation ingénieur ENG

Annuler les registres primaires fCLREG

Initialiser fe

Introduire le béton

$$x_0 = 20 \uparrow b_0 = 130 \uparrow x_1 = 60 \text{ B}$$

$$\text{RCLA}(=x_1) \quad b_1 = 30 \uparrow x_2 = 110 \text{ B}$$

$$\text{RCLA}(=x_2) \quad b_2 = 20 \uparrow x_3 = 120 \text{ B}$$

$$\text{RCLA}(=x_3) \quad b_3 = 30 \uparrow x_4 = 130 \text{ B}$$

$$\text{RCLA}(=x_4) \quad b_4 = 50 \uparrow x_H = 160 \text{ B}$$

Soustraire les 2 vides rectangulaires

$$x_j = 30 \uparrow b_j = 60 \text{ CHS} \uparrow x_{j+1} = 50 \text{ B}$$

Petits éléments 1 STO8

Congés et chanfreins de 100 cm^2

$$\text{Congés} \quad + B_{k1} = 100 \uparrow x_{k1} = 63,33 \text{ A}$$

$$\text{Chanfreins-} \quad B_{k2} = 100 \text{ CHS} \uparrow x_{k2} = 133,33 \text{ A}$$

1 vide circulaire $\varnothing 100 \text{ mm}$ à 55 cm

$$1 \text{ CHS} \uparrow 100 \text{ E } 55 \text{ A PRTx} \rightarrow v' = 74,7 \text{ cm STO3}$$

Calcul des rayons vecteurs du noyau central du béton seul

$$1 \text{ STO } 1 \quad x_0 = 20 \text{ STO } 6 \quad \text{fb PRTx} \rightarrow e_{10} > 0 = 35,0 \text{ cm}$$

$$\text{CH} = 160 \text{ STO } 6 \quad \text{fb PRTx} \rightarrow e_{1H} < 0 = -22,4 \text{ cm}$$

Calcul de l'inertie IS et du moment statique HS par rapport

à l'axe S, de la section totale S et de l'inertie IG par

rapport au centre de gravité, du rayon de giration

$i = \sqrt{IG/S}$ de la section de béton seul.

Passer en mode TRACE fd

$$IS = 55,6 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$$

$$HS = 554 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$S = 7,42 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$$

$$IG = 14,2 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$$

Repasser en mode NORM

$$i = \text{fLSTx} : \sqrt{x \text{ PRTx}} \rightarrow i = 43,7 \text{ cm}$$

Introduction des aciers

$$m = n = 15 \text{ STO8}$$

4 barres $\varnothing 40 \text{ mm}$ à 155 cm

$$n_1 = 4 \uparrow \varnothing_1 = 40 \text{ E} \quad d_1 = 155 \text{ A}$$

2 barres $\varnothing 20 \text{ mm}$ à 100 cm

$$n_2 = 2 \uparrow \varnothing_2 = 20 \text{ E} \quad d_2 = 100 \text{ A PRTx} \rightarrow g = 82,3 \text{ cm}$$

RESULTATS DE L'EXEMPLE PRECEDENT

ENG	GSEd
CLRG	097 *LBLd
GSEe	098 PzS
20. ENT†	099 RCL6
130. ENT†	55.6+06 ***
60. GSBE	100 RCL4
RCLA	7.42+03 ***
30. ENT†	101 x
110. GSBE	412.+09 ***
RCLA	102 RCL5
20. ENT†	554.+03 ***
120. GSBE	103 X²
RCLA	307.+09 ***
30. ENT†	104 -
130. GSBE	105.+09 ***
RCLA	105 RCL4
50. ENT†	7.42+03 ***
160. GSBE	106 PzS
30. ENT†	107 =
-60. ENT†	14.2+06 ***
50. GSBE	108 RTN
1. ST08	LSTX
100. ENT†	=
63.33 GSBA	JX
-100. ENT†	43.7+00 ***
133.33 GSBA	15. ST08
-1. ENT†	4. ENT†
100. GSBE	40. GSBE
55. GSBA	155. GSBA
74.7+00 ***	2. ENT†
ST03	20. GSBE
1. ST01	100. GSBA
20. ST05	02.3+00 ***
GSBk	
35.0+00 ***	
160. ST06	
GSBk	
-22.4+00 ***	

APPLICATION DE FLEXCOQCS

Caractéristiques géométriques

Sections décomposées en rectangles et en trapèzes (ou triangles)

INTRODUCTION

Cette application permet d'étendre le programme sans aucune approximation aux sections décomposées en rectangles et trapèzes (ou triangles) et peut constituer la base d'un programme complémentaire.

DONNEES Axe S, axe origine des coordonnées x.

Les côtes x_i et x_{i+1} des bases supérieure et inférieure du trapèze

h la hauteur du trapèze

Les côtes $x_i+h/3$ et $x_i+2h/3$ aux tiers de la hauteur du trapèze

Les dimensions t_{i1} et t_{i2} des bases du trapèze

La largeur moyenne du trapèze $b_i = (t_{i1}+t_{i2}) : 2$

La valeur algébrique de $A_i = \Delta b_i \times h/4$ avec $\Delta b_i = (t_{i1}-t_{i2})$

RESULTATS

Pour les j premiers éléments cumulés ou pour la section totale par rapport à l'axe S :

g côte du centre de gravité

S section

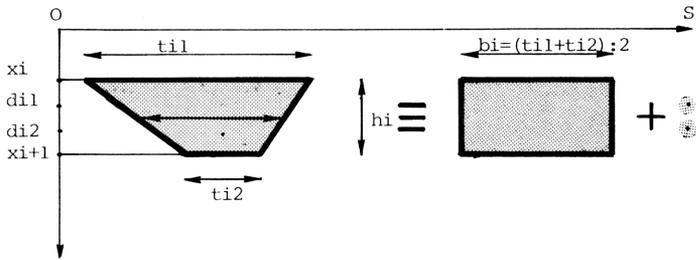
HS moment statique

IS moment d'inertie

par rapport au centre de gravité :

IG moment d'inertie

e1 rayons vecteurs du noyau central.



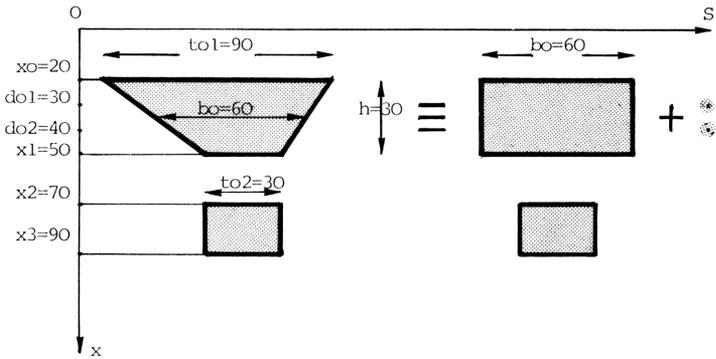
$$\Delta b_i = t_{i1} - t_{i2}$$

$$A_i = b_i \times h_i / 4$$

$$+A_i \text{ à } d_{i1} = x_i + h/3$$

$$-A_i \text{ à } d_{i2} = d_{i1} + h/3$$

EXAMPLE



$$\Delta b_o = t_{o1} - t_{o2} = +60$$

$$A_o = 60 \times 30 / 4 = +450$$

$$+A_o = 450 \text{ à } 30$$

$$-A_o = -450 \text{ à } 40$$

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Se placer en mode NORM et notation ingénieur		<input type="text"/> <input type="text"/>	
		NORM	<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Initialiser		f e	1
			STO 1	
4			STO 8	
5	Intr. le rectangle moyen i	xi	↑ <input type="text"/>	
	i = 0,1,2...n	bi	↑ <input type="text"/>	
		xi+1	B <input type="text"/>	giR
6	Introduire Ai : $\Delta b_i \times h/4$	Ai	↑ <input type="text"/>	
	situé à di1 = xi+h/3	di1	A <input type="text"/>	
7	Introduire -Ai	-Ai	↑ <input type="text"/>	
	situé à di2 = di1+h/3	di2	A <input type="text"/>	giT
8	A tout moment pour j éléments		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	calcul de e1j	xj+1	STO 6	
	Vers le bas e1b < 0 avec xj+1		f b	e1b < 0
	Vers le haut e1h > 0 avec xo	xo	STO 6	
			f b	e1h > 0
9	Calcul de IS, HS, S, IG	TRACE	f d	voir ex. I
	repasser en mode NORM	NORM	f d	IG
10	A tout moment j étant le dernier rectangle introduit		RCL B	bi
	Si xo=0 pour le 1er rectangle introduit l'indication d'ERROR		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	est normale	0	1 R/S	g0=x1/2
11	Pour un nouveau calcul		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	retourner en 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Pour calculer I/v et I/v' = e1S		f ISTx	S
			x <input type="text"/>	I/v ou I/v'
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

```

NORM          ENG
              GSBb
              ST01
              ST08
xo →          20. ENT↑
bo →          60. ENT↑
x1 →          50. GSBb
PRINTx→giR  35.0+00 ***
Ao            450. ENT↑
do1          30. GSBa
-Ao          -450. ENT↑
do2          40. GSBa
PRINTx→goT  32.5+00 ***
TRACE        GSBd
              097 *LBLd
              098 P÷S
              099 RCL6
→ IS         2.03+06 ***
              100 RCL4
              1.00+03 ***
              101 x
              3.65+09 ***
              102 RCL5
→ HS         58.5+03 ***
              103 X²
              3.42+09 ***
              104 -
              223.+06 ***
→ S          105 RCL4
              1.00+03 ***
              106 P÷S
              107 ÷
→ IG         124.+03 ***
              108 RTN
x1 →          50. ST06
NORM          GSBb
PRINTx→e1b  -3.93+00 ***
xo →          20. ST06
              GSBb
PRINTx→e1h  5.50+00 ***

```

```

x2 →          70. ENT↑
b2 →          30. ENT↑
x3 →          90. GSBb
TRACE        GSBd
              097 *LBLd
              098 P÷S
              099 RCL6
→ IS         5.69+06 ***
              100 RCL4
              2.40+03 ***
              101 x
              14.1+09 ***
→ HS         102 RCL5
              107.+03 ***
              103 X²
              11.3+09 ***
              104 -
              2.78+09 ***
→ S          105 RCL4
              2.40+03 ***
              106 P÷S
              107 ÷
→ IG         1.15+06 ***
              108 RTN
NORM          GSBb
PRINTx→e1h  19.8+00 ***
x3            90. ST06
              GSBb
PRINTx→e1b  -10.6+00 ***

```

VERIFICATION DES SECTIONSINTRODUCTION

Cette application du programme permet de vérifier une section composée de 3 éléments rectangulaires. Par extension cette application doit permettre de vérifier une section de forme quelconque en Flexion Composée. Cette application est valable pour un matériau homogène, hétérogène type béton armé, ou mixte.

DONNEES

Dans cette application l'axe S, axe origine des coordonnées peut être choisi quelconque.

Dimension de la section

xo = xc	côte de la fibre supérieure la plus comprimée
b	largeur du premier élément rectangulaire
xho	côte inférieure du 1er élément
b1	largeur du deuxième élément
xh1	côte inférieure du deuxième élément
b'	largeur du troisième et dernier élément
xH	côte inférieure du troisième et dernier élément

Sollicitation rapportée à l'axe Z

MZ	moment sollicitant
NZ	effort normal
z	distance de l'axe Z de référence de la sollicitation à l'axe S de référence des coordonnées.

Contrainte

Admissible du béton en compression simple $\bar{\sigma}'_b$
 coefficient d'équivalence m (BA 68 m = n = 15)

Aciers

ni barres de même diamètre ϕ_i situés à d_i de l'axe S

RESULTATS

- g Côte du centre de gravité du béton seul par rapport à l'axe S de référence des coordonnées choisi
- $2\delta'\bar{\sigma}'bo$ Contrainte admissible sur la fibre extrême la plus comprimée compte tenu de la condition 9,46 du BA 68
- MG Moment résultant par rapport au centre de gravité du béton seul (ceci est intéressant lorsque la sollicitation n'est pas rapportée au centre de gravité du béton seul, mais à un axe Z situé à la côte z).
- It Inertie totale de la section de béton seul par rapport au centre de gravité du béton seul
- e1 Rayon vecteur du noyau central
- y Côte de l'axe neutre par rapport à l'axe S de référence

CONTRAINTES EN TOUT POINT DE LA SECTION

- $-SM\bar{\sigma}'bo$ Condition de sécurité BA 68, article 22,1
- $\bar{\sigma}'be$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'bo$).

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	FLEXCOQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Initialiser		f CLREG	
			f e	1
3	Introduire les données		<input type="text"/> <input type="text"/>	
a	Sollicitation		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	MZ moment sollicitant		STO 1	
	NZ effort normal sollicitant		STO 2	
	z distance de l'axe de réfé-	z ?	STO 3	
	rence de la sollicitation à		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	l'axe S de référence des		<input type="text"/> <input type="text"/>	
b	coordonnées.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Si z = g non connu continuer		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Côte de la fibre supérieure	xo = xc	STO 6	
	comprimée par rapport à l'axe S		<input type="text"/> <input type="text"/>	
c	Coefficient d'équivalence	m	STO 8	
	Contrainte admissible du béton		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	en compression simple	$\bar{\sigma}'_b$	STO 9	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
4	Introduction du béton		<input type="text"/> <input type="text"/>	
a	1er élément	xo	↑ <input type="text"/>	
		b	↑ <input type="text"/>	
		xho	B <input type="text"/>	vho/2
	Si xo = 0 l'indication d'Erreur	0	1 R/S	
	est normale		<input type="text"/> <input type="text"/>	
b	2ème élément		RCL A	xho
		b1	↑ <input type="text"/>	
		xh1	B <input type="text"/>	v1
c	3ème élément		RCL A	xh1
	Si sollicitation rapportée au	b'	↑ <input type="text"/>	
	centre de gravité du béton seul	xH	B <input type="text"/>	g

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A	
	Si $z = g$	Si $z = g$	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="3"/>		
5	Introduire la sollicitation		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="b"/>	el	
	dans les registres S1 et S2		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="STK"/>	$2\delta'\sigma'boT$	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	MG Z	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	It Y	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	el X	
6	Introduire les aciers ni barres	ni	<input type="text"/> <input type="text"/>		
	de diamètre ϕ_i en mm situés à	ϕ_{imm}	<input type="text" value="E"/> <input type="text"/>	$A_i \text{ cm}^2$	
	la côte d_i de l'axe $S_i = 1, 2, ..$	d_i	<input type="text" value="A"/> <input type="text"/>	y_i	
A	SECTION ENTIEREMENT COMPRISEE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si $y_i > xH$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Contrainte dans le béton		<input type="text" value="C"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	
	Contrainte dans les aciers		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	situés à la côte d_i	d_i	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="c"/>	σ_{ai}	
A	SECTION PARTIELLEMENT TENDUE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si $y_i < xH$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Recherche de l'axe neutre situé		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>		
	à la côte $y'i$ de l'axe de		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	référence S		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>	$y'i$	
	Si $y'i > xh1$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Contrainte dans le béton		<input type="text" value="C"/> <input type="text"/>		
	Contrainte dans les aciers		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	situés à la côte d_i	d_i	<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="c"/>	σ_{ai}	
	pour traction $\sigma_{ai} < C$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Si $y'i < xh1$		<input type="text" value="RCL"/> <input type="text" value="A"/>	$y'i$	
			<input type="text" value="RCL"/> <input type="text" value="B"/>	b'	
		$xh1$	<input type="text" value="B"/> <input type="text"/>		
		bl	<input type="text" value="STO"/> <input type="text" value="B"/>		
	Recherche de l'axe neutre		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>		
			<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>	$y''i$	
	Si $y''i > xh0$		<input type="text"/> <input type="text"/>		

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
	Contrainte dans le béton		C		$\sigma'b$
	Contrainte dans les aciers				
	situés à la côte di	di	f	c	$\sigma'ai$
	$\sigma'ai < 0$ pour traction				
	Si $y''i < xho$		RCL	A	
			RCL	B	
		xho	B		
		b	STO	B	
	Recherche de l'axe neutre		R/S	R/S	
			R/S	R/S	
	Contrainte dans le béton		C		$\sigma'b$
	Contrainte dans les aciers				
	situés à di $\sigma'ai < 0$ pour traction di		f	c	$\sigma'ai$
7	Conditions du BA 68				
	$\bar{\sigma}'be$ contrainte admissible en				
	fibres extrême comprimée du fait				
	de la limitation de la condi-				
	tion moyenne à $\bar{\sigma}'bo$				
	$-SM\bar{\sigma}'bo$. SM moment statique du				
	béton comprimé par rapport au				
	centre de gravité des armatures				
	tendues				
a	Détermination du centre de		f	e	
	gravité des armatures tendues	n'i	↑		
	$n'i \varnothing'i d'i$	$\varnothing'i$	E		
		d'i	A		gi
			STO	5	
b	Introduction du béton comprimé		f	e	
	jusqu'à y	xi			
		bi			
		xi+1	B		

EXEMPLE

Soit à déterminer les contraintes du béton et de l'acier dans la poutre en T $\bar{\bar{e}}$ supportant un effort normal de compression

$N = 200$ tonnes et un moment fléchissant $M = 183,2$ tm comprimant les ailes.

Caractéristiques de la section

Largeur de la table de compression	$b = 200$ cm
Épaisseur de la table de compression	$h_o = 20$ cm
Largeur de la nervure	$b' = 60$ cm
Hauteur totale	$H = 110$ cm
Hauteur utile	$h = 100$ cm
Distance des armatures comprimées à la fibre supérieure	$d' = 5$ cm
Section des armatures tendues	$A = 90$ cm ²
Section des armatures comprimées	$A' = 30$ cm ²

Dans cet exemple nous prendrons l'axe S de référence des coordonnées passant par le centre de gravité des armatures tendues. Dans ces conditions :

$x_c = x_o$	$= -100$ cm
x_{h_o}	$= -80$ cm
x_H	$= +10$ cm
x_A	$= 0$
$x_{A'}$	$= -95$ cm

Introduction des données

Sollicitation

MZ	$= 183,2 \cdot 10^5$ ST01
NZ	$= 200 \cdot 10^3$ ST02
$z = g$	$=$ non connu

Coordonnées

x_A	$= 0$	ST04
$x_{A'}$	$= -95$	ST05
$x_o = x_c$	$= -100$	ST06

Contraintes

m	= 15	ST08
$\bar{\sigma}'_{bo}$	= 75	ST09

Introduction de la section de béton

Table xo = RCL6 b = 200 ↑ xho = -80 B

Nervure RCLA(xho) b' = 60↑ xH = +10 B → g ST03

Introduction de la sollicitation dans les registres de calculs

S1 et S2	fb →	e1	
fSTACK		$2\delta'\sigma'_{bo}$	= 150 kg/cm ² T
		MG	= 18,3 10 ⁶ Z
		It	= 10,7 10 ⁶ Y
		e1	= 27,4 cm X

Introduction des aciers

Aciers comprimés 30 RCL5 A

Aciers tendus 90 RCL4 A PRTx

yi = -38,5 cm < xH = +10 cm

section partiellement tendue

Recherche de la position de l'axe neutre par rapport aux armatures tendues

R/S PRTx R/S PRTx R/S PRTx y = -54,3 cm > xho = -80 cm

l'axe neutre est dans la nervure.

(soit par rapport à la fibre comprimée (-54,3 - (-100)) = 45,7 cm

Calcul des contraintes

C PRTx	$\sigma'b$	= 84,9 kg/cm ²
RCL5 fc PRTx	$\sigma'a$	= 1130 kg/cm ²
RCL4 fc PRTx	σ_a	= -1510 kg/cm ²

Calcul de $\bar{\sigma}'_{be}$ contrainte admissible en fibre extrême comprimée du fait de la limitation de la contrainte moyenne du béton comprimé à $\bar{\sigma}'_{bo}$.

Calcul de $-SM\bar{\sigma}'_{bo}$. SM moment statique du béton comprimé par rapport à l'axe passant par le centre de gravité des armatures tendues.

A - On connaît le centre de gravité des armatures tendues.
Procéder comme suit :

a - Soustraction des armatures

Aciers comprimés 30 CHS RCL5 A

Aciers tendus 90 CHS RCL4 A

b - Calcul de $\bar{\sigma}'_{be}$ et $-SM\bar{\sigma}'_{bo}$

Faire	GTO . 142 R/S	$-SM\bar{\sigma}'_{bo} = -34,8 \cdot 10^6$	T
		$\bar{\sigma}'_{be} = 117 \text{ kg/cm}^2$	Z
		$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 150 \text{ kg/cm}^2$	Y
		O	X
		$y = -54,3 \text{ cm}$	

c - Calcul du moment résultant par rapport à l'axe passant par le centre de gravité des armatures tendues

$$MZ + N |z - x_A|$$

$$RCL1 \ RCL2 \ RCL3 \ RCL4 - X \ PRTx \rightarrow 30 \cdot 10^6$$

On vérifie dans ce cas où l'on a pris l'axe de référence des coordonnées passant par le centre de gravité des armatures tendues.

$$f \ P \leftrightarrow S \ RCL1 \ f \ P \rightarrow S \ PRTx \rightarrow 30 \cdot 10^6$$

La condition de sécurité est vérifiée

$$\text{car } MZ + N (z - x_A) = 30 \cdot 10^6 < |-SM\bar{\sigma}'_{bo}| = |-34,8 \cdot 10^6|$$

B - On procède suivant le mode d'emploi

a - Position du centre de gravité des armatures tendues

$$f_e \ x_A = 0 \ \text{STO5}$$

b - Introduction du béton comprimé jusqu'à y, position de l'axe neutre

$$f_e \ \text{table } x_o = RCL6 \quad b = 200 \quad x_{ho} = 80 \ \text{CHS B}$$

$$\text{nervure partielle } RCL4 \quad b' = 60 \quad x_{h'o} = 54,3 \ \text{CHS B}$$

$$GTO . 142 \ \text{R/S} \quad -SM\bar{\sigma}'_{bo} = 34,8 \cdot 10^6$$

$$\bar{\sigma}'_{be} = 117 \ \text{kg/cm}^2$$

$$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$$

$$O$$

$$y = -54,3 \ \text{cm}$$

INTRODUCTION

Cette application permet de répartir la sollicitation (moment et effort tranchant) due au vent entre plusieurs refends parallèles.

Dans l'hypothèse d'indéformabilité horizontale des planchers le problème de la répartition de l'effort du vent entre plusieurs refends est équivalent à un problème de Flexion Composée pour lequel la section résistante serait constitué par des sections unités placées aux centres de gravité des refends, chaque refend étant affecté d'un coefficient d'équivalence m égal à son inertie propre.

DONNEES

Dans cette application particulière l'axe S est pris passant par un refend extrême, refend origine des côtes des centres de gravité des refends.

Les inerties des différents refends I_i (ou $E I_i$)

Les coordonnées d_i des centres de gravité des refends par rapport à l'axe S.

- Pour un vent uniforme

La pression due au vent q

Les dimensions de la surface offerte au vent

B la largeur du bâtiment

H sa hauteur

d la distance de l'axe S de la résultante des efforts du vent (en général $d : B/2$)

E le module d'élasticité des refends

Les données introduites doivent être dans un système cohérent d'unités.

RESULTATS

- gi les positions des centres de gravités des inerties cumulées
- Les coefficients de répartition r_i de la sollicitation (moment M effort tranchant T) due au vent entre les différents refends,

$$M_i = r_i \times M \quad T_i = r_i \times T$$

- Les flèches f_i au sommet des différents refends pour une pression uniforme de vent q .

EXEMPLE

Données

$$q = 0,120 \text{ T/m}^2$$

$$B = 2d = 24,60 \text{ m}$$

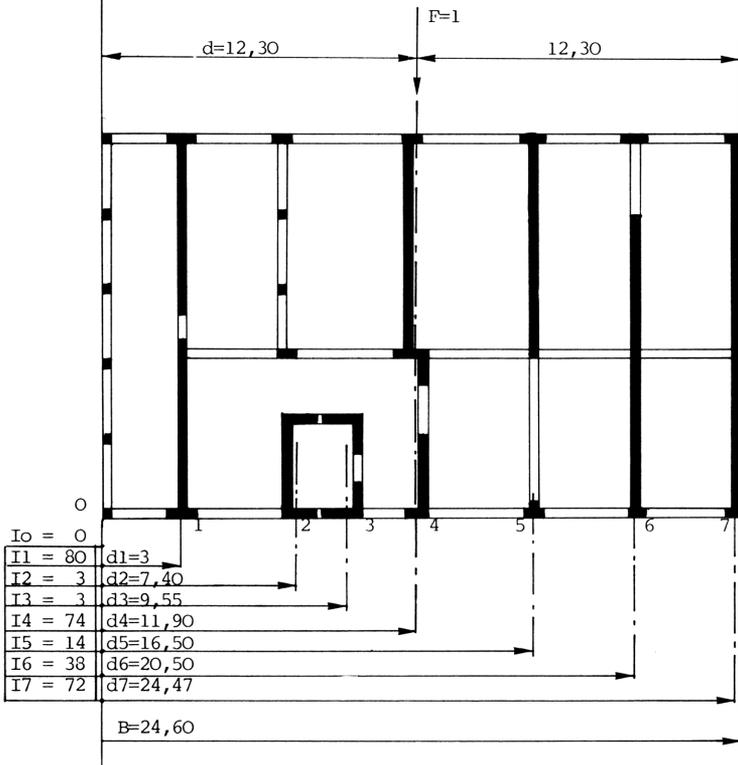
$$H = 55 \text{ m}$$

$$E = 2.10^6 \text{ T/m}^2$$

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS I/A	
1	Introduire le programme	NORM	ENG		
2	Annuler les registres primaires		f CLREG		
3	Initialiser		f e	1	
			STO 8		
4	Introduction de l'inertie de	Ii	↑		
	chaque refend situé à di de	di	A		gi
	l'axe S (i=0, 1, 2, ...n)				
5	Introduire un effort unité	1	STO 2		
	d étant la distance de l'effort	d	STO 3		
	résultant dû au vent par rapport		f b		
	à l'axe S (d=B/2)				
6	Calcul de la répartition de	Ii	STO 8		
	l'effort du vent dans le refend	di	f c	ri	
	d'Inertie Ii situé à di de			ri	I
	l'axe S				
7	Calcul de la position x de				
	l'axe de rotation		O D	x	
8	Calcul de la flèche du refend i				
	Largeur du bâtiment offerte	B	↑		
	au vent (=2d)				
	Hauteur du bâtiment offerte	H	×	PRtx	S
	au vent				
	Surface de façade offerte au				
	vent				
	q pression moyenne du vent	q	×	PRtx	T
	T effort total résultant du vent	H/2	×	PRtx	M
	M moment de renversement total	H	x ²	×	
	du vent				
	E modules d'élasticité des refends	4E	:		
			STO 2		
			f b		
		1	STO 8		
9	Distance du refend i à l'axe S	di	f c	fi	
	fi flèche du refend i.				

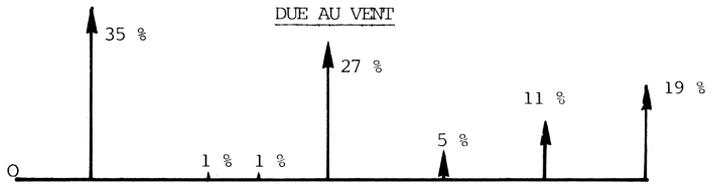
AXES

SCHEMA DES REFENDS

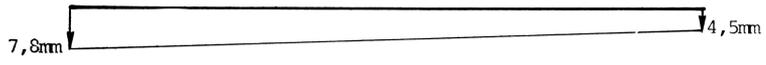


REPARTITION DE LA SOLLICITATION

DUE AU VENT



FLECHES AU SOMMET



		ENG
		CLRG
		GSEe
		STOe
I1	→	80. ENT†
d1	→	3. GSBA
I2	→	3. ENT†
d2	→	7.40 GSBH
I3	→	3. ENT†
d3	→	9.55 GSBA
I4	→	74. ENT†
d4	→	11.90 GSBA
I5	→	14. ENT†
d5	→	16.50 GSBA
I6	→	36. ENT†
d6	→	20.50 GSEH
I7	→	72. ENT†
d7	→	24.47 GSBH
	→ g	13.9+00 ***
F=1	→	1. STO2
d	→	12.30 STO3
		GSBb
I1	→	80. STO8
d1	→	3. GSBc
	→ r1	351.-03 ***
I2	→	3. STO8
d2	→	7.40 GSBc
	→ r2	12.1-03 ***
I3	→	3. STO8
d3	→	9.55 GSBc
	→ r3	11.6-03 ***

I4	→	74. STO8
d4	→	11.90 GSBc
	→ r4	272.-03 ***
I5	→	14. STO8
d5	→	16.50 GSBc
	→ r5	46.4-03 ***
I6	→	36. STO8
d6	→	20.50 GSBc
	→ r6	114.-03 ***
I7	→	72. STO8
d7	→	24.47 GSBc
	→ r7	192.-03 ***
		0. GSBd
	→ x	57.8+00 ***
B	→	24.60 ENT†
H	→	55. x
	→ S	1.35+03 ***
q	→	.12 x
	→ T	162.+00 ***
H/2	→	27.5 x
	→ M	4.45+03 ***
H	→	55. X ²
		x
4E	→	8.+06 ÷
		STO2
		GSBb
		1. STO8
do	→	0. GSBc
	→ Io	7.82-03 ***
d7	→	24.47 GSBc
	→ f7	4.51-03 ***
		0. GSEd
	→ x	57.8+00 ***

FLAMBOCCOQ 1
FLAMBEMENT DES POTEAUX
d'après BA 68
SECTION RECTANGULAIRE

INTRODUCTION

Cette application permet de calculer un poteau de section rectangulaire au flambement.

<u>DONNEES</u>	<u>DONNEES TYPES</u>	<u>REGISTRES</u>
	Unités : cm, daN, bars.	
	Dimensions de la section	
	a = H Côté de la section rectangulaire dans le sens où l'on étudie le flambement	
	b autre côté de la section rectangulaire	B
MG	Moment sollicitant rapporté au centre de gravité du béton seul	1
N	Effort normal sollicitant	2
lc	Longueur de flambement lc = αl_0	E
ϵ_s	Rapport du plus grand effort normal de service susceptible d'une longue durée d'application à l'effort normal maximal. Pour un immeuble d'habitation et pour un calcul sans l'action du vent, ϵ_s est pris égal à 1, la surcharge de 175 kg/m ² étant susceptible d'être de longue durée (mobilier, etc...)	I

DONNEES INCLUSES DANS LE PROGRAMME (fe)

Pour le calcul de la section après détermination des caractéristiques propres au flambement.

$$\begin{aligned}h &= 0,9 H \\d' &= 0,1 H \\\bar{\sigma}_a &= 2\,746 \text{ bars Aciers Tor } \varnothing < 25 \\m &= 15 \\\bar{\sigma}'_{bo} &= 81 \text{ bars}\end{aligned}$$

RESULTATS

N/S	Contrainte sous l'action de N seul
λ	Elancement mécanique
McS	Moment total résultant après calcul au flambement, évalué par rapport à l'axe S passant par la fibre supérieure la plus comprimée (si McS < 0, le centre de pression est dans la section).
fc	Excentricité totale résultante (somme de l'excentricité initiale e et de l'excentricité complémentaire f1c due au flambement)
McG	Moment total résultant évalué par rapport au centre de gravité du béton seul.
e1	Rayon vecteur du noyau central.

2 solutions de ferrailage

- Armatures tendues seules
- Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferrailage

1. $-S\bar{\sigma}'_{bo}$ (condition de sécurité BA 68 article 22,1)
2. $\bar{\sigma}'_{be}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'_{bo}$)
3. $2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,46 du BA 68
4. $\sigma'b$ Contrainte de compression sur la fibre supérieure
5. γ Côte de l'axe neutre.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLAMBOCOQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Pour charger les données types		E <input type="text"/>		
	Pour les modifier		<input type="text"/> <input type="text"/>		
3	Si MG ≠ 1tn	MGcm/daN	STO 1		
4	Si N ≠ 100 tonnes	N daN	STO 2		
5	Si lc ≠ 600 cm	lc	STO E		
6	Si εs ≠ 1	εs	STO I		
7	Si ht ≠ 30 cm	ht	STO A		
8	Si b ≠ 100 cm	b	STO B		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
9	Calcul au flambement		B <input type="text"/>	N/S b	I I
	et stockage automatique des		<input type="text"/> <input type="text"/>	λ	T I
	résultats et de valeurs usuelles		<input type="text"/> <input type="text"/>	McS	Z I
	h = 0,9 H en 4	h	STO 4	fc	Y I
	d' = 0,1 H en 5	d'	STO 5	McG	X I
	$\bar{\sigma}_a = 2746$ bars en 7	$\bar{\sigma}_a$	STO 7	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$	A
	m = 15 en 8	m	STO 8		
	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$ bars en 9	$\bar{\sigma}'_{bo}$	STO 9		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
10	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLEXOCOQ (2 pistes)		f b	e1 = H/6	
A	SECTION ENTIEREMENT COMPRIMEE	0	STO B		
	McS < 0 et fc < e1 = H/6		STO I		
			f a	0	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	T I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'_{be}$	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$	Y I
11	Si $\sigma'b > \bar{\sigma}'b$		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	X I
	Le plus simple est de procéder	Ai	<input type="text"/> <input type="text"/>	y	I
	en calcul manuel des armatures	di	Å <input type="text"/>		

FLAMBOCQCQ - FLEXCOQCQ

A SECTION ENTIÈREMENT COMPRIMÉE

FLAMBOCQCQ (2 pistes)

Déterminer les sections d'armatures d'un mur de 30 cm d'épaisseur et de 5 m de hauteur de flambement, sollicité par un effort normal N de 200 tonnes/ml et par un moment transversal M = 1 tm/ml dans la section à mi-hauteur.

$$E \quad l_c = 500 \text{ cm STOE } 2\text{STO} \times 2 \quad (N = 200 \text{ tonnes}) \quad B$$

FLEXCOQCQ (2 pistes)

Déterminer les sections d'armatures d'un mur de 30 cm d'épaisseur sollicité par un effort normal de 200 tonnes/ml et par un moment transversal M = 5,55 tm/ml

$$f_b \text{ PRIX } e_1 = H/6 = 5 \text{ cm} > f_c$$

$$0 \text{ STO } B \text{ STO } I \text{ fa} \rightarrow \sigma' b = 104 > \bar{\sigma}' b = 96$$

Essayons $A = A' = 5 \text{ cm}^2$

$$f \text{ STFO } 5 \text{ STO } I \text{ GSB } 2 \text{ C PRIX } 97,3 > \bar{\sigma}' b = 96$$

Rajoutons 2 cm^2

$$2 \text{ STO } I \text{ GSB } 2 \text{ C PRIX} \rightarrow 94,9 < \bar{\sigma}' b = 96$$

On peut prendre $A = A' = 6 \text{ cm}^2$

	6SBE
500.	STOE
2.	STOE
	6SBE
66.7+00	***
100.+00	***
57.7+00	T
-2.44+00	Z
2.78+00	Y
555.+03	X
	6SBE
0.	STOE
	STOE
	6SBE
0.00+00	***
-2.92+00	T
126.+00	Z
96.0-00	Y
104.+00	X
42.0+00	***
	SFO
5.	STOE
	6SBE
	6SBE
97.3-00	***
2.	STOE
	6SBE
	6SBE
94.9+00	***

FLAMBCOQCQ - FLEXCOQCQ

B SECTION PARTIELLEMENT COMPRIMEE

Centre de pression dans la section

FLAMBCOQCQ (2 pistes)

Déterminer les contraintes dans un mur de 30 cm d'épaisseur et de 6 m de hauteur de flambement, sollicité par un effort normal N de 100 tonnes/ml et par un moment transversal

M = 1 tm/ml dans la section à mi-hauteur
E B

FLEXCOQCQ (2 pistes)

Déterminer les contraintes dans un mur de 30 cm d'épaisseur sollicité par un effort normal N de 100 t/ml et par un moment transversal

M = 9,45 tm/ml

fb PRTx fCLF O fa fa A = 0,055 cm² ~ 0 cm²

$\sigma^b = 120 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}^b = 132 \text{ kg/cm}^2$

	658E
	658E
33.3+00	***
100.+00	***
69.3+00	T
-555.+00	Z
9.45+00	Y
945.+00	X
	658E
	CF0
	658E
5.00+00	***
1.06+00	***
350.-00	***
135.+00	***
-2.53+00	T
162.+00	Z
132.+00	Y
120.+00	X
16.8+00	***
	658E
	658E
55.5-00	***
-2.53+00	T
162.+00	Z
132.+00	Y
120.+00	X
16.7+00	***

C SECTION PARTIELLEMENT TENDUE

FLAMBCOQCO (2 pistes)

Déterminer les sections d'armatures d'un mur de 30 cm d'épaisseur et de 6 m de hauteur de flambe-ment sollicité par un effort normal N de 100 tonnes/ml et par un moment transversal de 5 tm/ml dans la section à mi-hauteur.

E 5 STO X 1 B

FLEXCOQCO (2 pistes)

Déterminer les sections d'armatures d'un mur de 30 cm d'épaisseur sollicité par un effort normal de 100 tonnes/ml et par un moment transversal M = 20,8 tm/ml

fb fCLF O fa fSTF O fa

RCLC RCLC : X^2 STO X 7

f STF O fa donne A = A' : 17,8 cm²

	GSSE
5.	ST>1
	GSSE
33.7+00	***
100.+00	***
69.7+00	T
582.+00	Z
20.8+00	Y
2.00+00	X
	GSSE
	CF0
	GSSE
5.00+00	***
7.95+00	***
14.7+00	***
16.8+00	***
17.2+00	***
-2.30+00	Z
162.+00	Z
162.+00	Y
207.+00	X
14.3+00	***
	SF0
	GSSE
17.7+00	***
15.9+00	***
15.8+00	***
-2.17+00	T
162.+00	Z
162.+00	Y
171.+00	X
13.1+00	***
	RCLC
	RCLC
	+
	A'
	ST>7
	SF0
	GSSE
15.0+00	***
17.6+00	***
17.0+00	***
-2.21+00	T
162.+00	Z
162.+00	Y
167.+00	X
13.5+00	***

FLAMBEOCCQ 2
FLAMBEMENT DES POTEAUX
d'après BA 68
SECTION EN TÉ (ou en U)

INTRODUCTION

Cette application permet de calculer un poteau de section en T \acute{e} au flambement.

DONNEES

Unités : cm, daN, bars.

Dimensions de la section

Dans cette application l'axe S, origine des coordonnées x est pris passant par la fibre sup \acute{e} rieure la plus comprim \acute{e} e de la section en T \acute{e} .

b largeur de la table
ho \acute{e} paisseur de la table
b' largeur de la nervure
H hauteur totale

Sollicitation

MG moment sollicitant rapport \acute{e} au centre de gravit \acute{e} du b \acute{e} ton seul
N effort normal sollicitant

Caract \acute{e} ristiques de flambement

lc longueur de flambement $lc : \alpha lo$ ($\alpha = 0,7$ ou $0,9$)
es (≤ 1) rapport du plus grand effort normal de service susceptible d'une longue dur \acute{e} e d'application \grave{a} l'effort normal maximal.

DONNEES INCLUSES DANS LE PROGRAMME (fe)

Pour le calcul de la section apr \acute{e} s d \acute{e} termination des caract \acute{e} ristiques propres au flambement

h = 0,9 H
d' = 0,1 H
 $\bar{\sigma}a$ = 27 46 bars TOR $\emptyset \leq 20$
m = 15
 $\bar{\sigma}'bo$ = 81 bars

RESULTATS

N/S	contrainte sous l'action de N seul
bm	largeur moyenne
λ	élancement mécanique
McS	moment total résultant après calcul au flambement évalué par rapport à l'axe S passant par la fibre supérieure la plus comprimée. Si $McS < 0$ le centre de pression est dans la section (ou si $fc < v'$)
fc	excentricité totale résultante (somme de l'excentricité complémentaire fsc due au flambement)
McG	moment total résultant évalué par rapport au centre de gravité du béton seul
e1	rayon vecteur du noyau central

2 solutions de ferrailage

Armatures tendues seules

Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferrailage

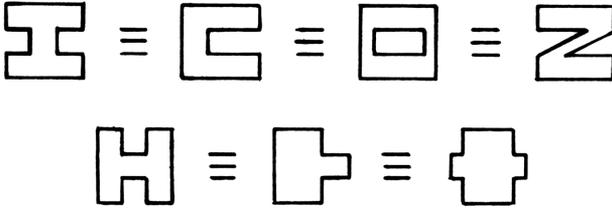
1. $-SM\bar{\sigma}'_1b_0$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)
2. $\bar{\sigma}'_1b_e$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'_1b_0$)
3. $2\delta'\bar{\sigma}'_1b_0$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition 9,46 du BA 68
4. σ'_1b contrainte de compression sur la fibre supérieure
5. y côte de l'axe neutre.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLEXCOQCQ 2 (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Mode NORM, notation ENG	NORM	ENG <input type="text"/>		
3	Initialiser		f e	1	
4	Introduire MG en cm \times daN	MG	STO 1		
5	Introduire N en daN	N	STO 2		
6	Introduire la section en T \acute{e}	b	\uparrow <input type="text"/>		
		ho	D <input type="text"/>		
		ho	\uparrow <input type="text"/>		
		b'	\uparrow <input type="text"/>		
		H	B <input type="text"/>	v'	
7	Introduire le programme		STO 3		
	FLAMBCOQCQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Introduire lc en cm	lc	STO E		
	Introduire ϵ s	ϵ s	STO I		
			D <input type="text"/>	N/S	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	lm	I
	Au cours de cette opération		<input type="text"/> <input type="text"/>	λ	I
	sont automatiquement introduits		<input type="text"/> <input type="text"/>	McS	I
	dans les registres adéquats		<input type="text"/> <input type="text"/>	fc	I
	h = 0,9 H en STO 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	McG	I
	d' = 0,1 H en STO 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$	A
	$\bar{\sigma}_a = 2\ 746$ bars en STO 7 (acier TOR)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	m = 15 en STO 8		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$\bar{\sigma}'_{bo} : 81$ bars en STO 9		<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Repasser le programme FLEXCOQCQ		f b	e1	
			O D	yo	
A	SECTION ENTIEREMENT COMPRISEE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	McS < O yo > H	O	STO B		
			STO I		
			f a	O	I

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$-\overline{SM}\sigma'bo$	T I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\overline{\sigma}'be$	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\sigma'bo$	Y I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	X I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	y	I
9	$Sio'b > \overline{\sigma}'b$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Le plus simple est de procéder	Ai	<input type="text"/> <input type="text"/>		
	en calcul manuel des armatures	di	<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	
	ou encore pour des armatures		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	symétriques situées à h (en ST04)	Aj	<input type="text"/> <input type="text"/>		
	et d' (en ST05)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	jusqu'à ce que $\sigma'b < \overline{\sigma}'b$		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	
	$A = \Sigma Ai$ ou		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$A = A' = \Sigma Aj$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
B	SECTION PARTIELLEMENT COMPRIMÉE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	mais centre de pression dans	O	<input type="text"/> <input type="text"/>	$A \sim O$	I
	la section $McS < O$ $yo < H$		<input type="text"/> <input type="text"/>	$-\overline{SM}\sigma'bo$	T I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\overline{\sigma}'be$	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\sigma'bo$	Y I
	Si $\sigma'b < \overline{\sigma}'b$ la section peut		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	X I
	résister sans armatures		<input type="text"/> <input type="text"/>	y	I
	Si $\sigma'b > \overline{\sigma}'b$ procéder comme en 9		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
C	SECTION PARTIELLEMENT TENDUE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	mais centre de pression hors de		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	la section		<input type="text"/> <input type="text"/>		
10	$McS > O$		<input type="text"/> <input type="text"/>	A	I
	2 solutions d'armatures	O	<input type="text"/> <input type="text"/>	$-\overline{SM}\sigma'bo$	T I
	Armatures tendues seules		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\overline{\sigma}'be$	Z I

FLAMBEOCCQ 3

FLAMBEMENT DES POTEAUX D'après BA 68
SECTIONS ASSIMILABLES A 3 ELEMENTS RECTANGULAIRES
(ou PARALLELOGRAMMES)



INTRODUCTION

Cette application permet de calculer au flambement un poteau de section assimilable à 3 éléments rectangulaires. Par extension cette application doit permettre de calculer en Flexion Composée un poteau de section quelconque.

DONNEES

Unités : cm, daN, bars.

Dans cette application l'axe S axe origine des coordonnées est pris passant par la fibre supérieure la plus comprimée de la section.

Dimension de la section

- b largeur du premier élément
- ho côte inférieure du premier élément
- bl largeur du deuxième élément
- hl côte inférieure du deuxième élément
- b' largeur du troisième et dernier élément
- H hauteur totale

Sollicitation

- MG Moment sollicitant rapporté au centre de gravité du béton seul
- N effort normal sollicitant

Caractéristiques de flambement

- lc longueur de flambement $lc = \alpha lo$ ($\alpha = 0,7$ ou $0,9$)
- es (< 1) rapport du plus grand effort normal de service susceptible d'une longue durée d'application à l'effort normal maximal

DONNEES INCLUSES DANS LE PROGRAMME (fe)

Pour le calcul de la section après détermination des caractéristiques propres au flambement.

- h = 0,9 H
- d' = 0,1 H
- $\bar{\sigma}_a$ = 2746 bars Acier TOR $\emptyset \leq 20$
- m = 15
- $\bar{\sigma}'_{bo}$ = 81 bars

RESULTATS

- N/S Contrainte sous l'action de N seul
- bm largeur moyenne
- λ élancement mécanique
- McS moment total résultant après calcul au flambement, évalué par rapport à l'axe S passant par la fibre supérieure la plus comprimée. Si $McS < 0$ le centre de pression est dans la section (ou si $f_c < v'$)
- fc excentricité totale résultante (somme de l'excentricité complémentaire fsc due au flambement)
- McG moment total résultant évalué par rapport au centre du béton seul
- e1 rayon vecteur du noyau central

2 solutions de ferrailage

Armatures tendues seules

Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferrailage

1. $-\sigma'_{bo}$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)
2. $\bar{\sigma}'_{be}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'_{bo}$)
3. $2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la contrainte 9,46 du BA 68
4. σ'_b Contrainte de compression sur la fibre supérieure
5. y Côte de l'axe neutre.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLEXCOQCQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Mode NORM notation ingénieur	NORM	ENG <input type="text"/>		
3	Initialiser		f e	1	
4	Introduire MG en cm X daN	MG	STO 1		
5	Introduire N en daN	N	STO 2		
6	Introduire la section	bo	↑ <input type="text"/>		
		ho	D <input type="text"/>		
		ho	↑ <input type="text"/>		
		b1	<input type="text"/> <input type="text"/>		
		h1	B <input type="text"/>		
			RCL A	h1	
		b2	↑ <input type="text"/>		
		H2	B <input type="text"/>	v'	
7	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLAMCOQCQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Introduire lc en cm	lc	STO E		
	Introduire es	es	STO I		
			D <input type="text"/>	N/S km	I I
	Au cours de cette opération sont		<input type="text"/> <input type="text"/>	λ	I
	automatiquement introduits dans		<input type="text"/> <input type="text"/>	McS	I
	les registres adéquats		<input type="text"/> <input type="text"/>	fc	I
	h = 0,9 H en STO 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	McG	I
	d' = 0,1 H en STO 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'_{bo}=81$	A
	$\bar{\sigma}_a = 2746$ bars en STO 7 (acier TOR)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	m = 15 en STO 8		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$ bars en STO 9		<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Repasser FLEXCOQCQ		f b	e1	
a	Si $fc < e1$ la section est	0	STO B		
	entièrement comprimée		STO I	A ~ 0	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
	Procéder comme en vérification		f a	$-SM\bar{\sigma}'bo$	T I
	et calcul manuel des aciers si			$\bar{\sigma}'be$	Z I
	nécessaire	ni	↑	$2\delta'\bar{\sigma}'bo$	Y I
		Ø1	E	$\sigma'b$	X I
		di	A	y	I
			C	$\sigma'b$	
b	Si $f_c > e_l$ la section est				
	partiellement tendue				
A	Armatures symétriques		f STF	Ao	I
		0	f a	:	I
				A	I
	Armatures tendues seules		f CLF	$-SM\bar{\sigma}'bo$	I
		0	f a	$\bar{\sigma}'be$	I
	Si $y > h_l$ le calcul est terminé			$\sigma'h$	I
				y	I
B	Si $y < h_l$		RCL B	b_2	
		H2	B		
		b1	STO B		
	Armatures symétriques		f STF	Ao	I
		0	f a	:	I
				A	I
	Armatures tendues seules		f CLF	$-SM\bar{\sigma}'bo$	I
		0	f a	$\bar{\sigma}'be$	I
				$\sigma'b$	I
	Si $y > h_o$ le calcul est terminé			y	I
C	Si $y < h_o$		RCL B		
		h1	B		
		bo	STO B		
			f STF	Ao	I
		0	f a	:	I

FLAMBOCQCQ 4

FLAMBEMENT DES POTEAUX d'après BA 68

SECTION COMPOSEE D'ELEMENTS DONT ON CONNAIT IG, g, S

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer le moment total résultant tenant compte du flambement pour une section particulière dont on connaît IG, v' et S ou pour une section composée d'éléments dont on connaît les IG_i, g_i, et S_i.

DONNEES

Caractéristiques de la section de hauteur totale ht
g_i distance du centre de gravité de l'élément j à la fibre la plus comprimée (v' pour l'élément unique)
IG_i inertie par rapport au centre de gravité G_i de l'élément i
S_i section du béton de l'élément.

Sollicitation

MG moment sollicitant
N effort normal sollicitant

Caractéristiques du flambement

l_c longueur de flambement ($l_c = \alpha l_0$)
ε_s (≤ 1) rapport du plus grand effort normal de service susceptible d'une longue durée d'application à l'effort normal maximal.

RESULTATS

N/S contrainte sous l'effort normal seul
b_m largeur moyenne
λ élancement mécanique ($\lambda = l_c/i$, $i = \sqrt{I/S}$)
McS moment total résultant après calcul au flambement, évalué par rapport à l'axe S passant par la fibre supérieure la plus comprimée. Si McS < 0 le centre de pression est dans la section (ou si f_c < v')
f_c excentricité totale résultante (somme de l'excentricité complémentaire f_{sc} due au flambement)
Mcg moment total résultant évalué par rapport au centre de gravité du béton seul
e_l rayon vecteur du noyau central

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLAMBCCQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Pour charger les données types		E <input type="text"/>		
	Données types-Pour les modifier	0	STO <input type="text"/> B <input type="text"/>		
3	$MG = 10^5$ cm Λ daN	M cm Λ daN	STO <input type="text"/> 1 <input type="text"/>		
4	$N = 10^5$ daN	N daN	STO <input type="text"/> 2 <input type="text"/>		
5	lc = 600 cm	lc cm	STO <input type="text"/> E <input type="text"/>		
	$\epsilon s = 1$	ϵs	STO <input type="text"/> I <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
7	ht = 30 hauteur totale de la	ht cm	STO <input type="text"/> A <input type="text"/>		
	section		<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Introduire les éléments i	IG_i cm ²	<input type="text"/> \uparrow <input type="text"/>		
	i = 1,2,n	g_i cm	<input type="text"/> \uparrow <input type="text"/>		
	$g_i = v'$ pour un élément unique	Si cm ²	A <input type="text"/> <input type="text"/>	IG_i	A
	Pour un élément à soustraire		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	IG_i et $Si < 0$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
9	Calcul au flambement (bm lar-		f <input type="text"/> a <input type="text"/>	N/S	I
	geur moyenne) et stockage		<input type="text"/> <input type="text"/>	bm	I
	automatique des résultats et de		<input type="text"/> <input type="text"/>	λ	T I
	valeurs usuelles pour le calcul		<input type="text"/> <input type="text"/>	McS	Z I
	en Flexion composée		<input type="text"/> <input type="text"/>	fc	Y I
	h = 0,9 ht en STO 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	McG	X I
	d' = 0,1 ht en STO 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$	A
	$\bar{\sigma}_a = 2746$ bars en STO 7		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Acier TOR \emptyset 25		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	m = 15 en STO 8		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81$ bars en STO 9		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

1ER EXEMPLE

Soit une section en forme de triangle équilatéral de 30 cm de hauteur. Flambement suivant un axe de symétrie vers la pointe.

$v' = 20 \text{ cm}$

Introduire le programme FLAMBOCOQ (2 pistes)

Charger les données types E OSTOB

$MG = 10^5 \text{ cm daN}$ ($\sim 1\text{tm}$) OUI

$N = 10^5 \text{ daN}$ ($\sim 100 \text{ tonnes}$) NON 50 tonnes 2 STO : 2

$lc = 600 \text{ cm}$ OUI

$\epsilon s = 1$ OUI

$ht = 30 \text{ cm}$ OUI

Introduire la section IG, v' , S

$IG = 2,6 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$ \uparrow

$v' = 20 \text{ cm}$ \uparrow

$S = 520 \text{ cm}^2$ A

fa N/S = 96,15 daN

largeur moyenne $bm = 17,33 \text{ cm}$

$\lambda = 84,85$

$MCS = -443,9 \cdot 10^3 \text{ cm}\Lambda \text{ daN} < 0$

$fc = 11,12 \text{ cm}$

$MCG = 556,1 \cdot 10^3 \text{ cm}\Lambda \text{ daN}$

GSBE
0. STOB
2. ST=2
2.6+04 ENT1
20. ENT1
520. GSBA
GSBA
96.2+00 ***
17.3+00 ***
84.9+00 T
-444.+03 Z
11.1+00 Y
556.+03 X.

2EME EXEMPLE

Soit une section en forme de triangle équilatéral de 30 cm de hauteur. Flambement suivant un axe de symétrie vers la base.

$v' = 10 \text{ cm}$

Introduire le programme FLAMBOCOQ (2 pistes)

Charger les données types E OSTOB

$MG = 10^5 \text{ cm daN}$ ($\sim 1 \text{ tm}$) OUI

$N = 10^5 \text{ daN}$ ($\sim 100 \text{ tonnes}$) NON 50 tonnes 2 STO : 2

$lc = 600 \text{ cm}$ OUI

$\lambda = 1$ OUI

$ht = 30 \text{ cm}$ OUI

Introduire la section par IG, v' , S

$IG = 2,6 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$

$v' = 10 \text{ cm}$

$S = 520 \text{ cm}^2$ A

fa N/S = 96,15 daN

largeur moyenne $bm = 17,33 \text{ cm}$

$\lambda = 84,95$

$MCS = 612,2 \cdot 10^3 \text{ cm} \wedge \text{ daN}$ O

$fc = 22,24 \text{ cm}$

$MCG = 1,112 \cdot 10^6 \text{ cm} \wedge \text{ daN}$

	CSBE
	2. ST0E
	2. ST=2
	2.6+04 ENT;
	10. ENT;
	520. CSBA
	CSB0
	96.2+00 ***
	17.3+00 ***
	84.9+00 T
	612.+03 Z
	22.2+00 Y
	1.11+06 X

FLAMBEMENT 5
FLAMBEMENT DES POTEAUX
d'après BA 68
SECTION CIRCULAIRE

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer le moment total résultant tenant compte du flambement pour une section circulaire et permet un calcul rapide du ferrailage et des contraintes ; ce calcul est approché dans le cas d'une section partiellement tendue, légèrement par excès pour $\gamma > \emptyset/2$.

DONNEES

Caractéristiques de la section
 \emptyset diamètre de la section

Sollicitation

MG Moment sollicitant rapporté au centre de gravité du béton seul

N effort normal sollicitant.

Caractéristiques du flambement

lc Longueur de flambement $lc = \alpha l_0$ ($\alpha = 0,7$ ou $0,9$)

ϵ_s (≤ 1) rapport du plus grand effort normal de service susceptible d'une longue durée d'application à l'effort normal maximal.

RESULTATS

N/S Contrainte sous l'action de N seul

lm Largeur moyenne λ élancement mécanique

McS Moment total résultant après calcul au flambement, évalué par rapport à l'axe S passant par la fibre supérieure la plus comprimée. Si $McS < 0$ le centre de pression est dans la section (ou si $f_c < \emptyset/2$).

fc Excentricité totale résultante (somme de l'excentricité complémentaire f_c due au flambement)

McG Moment total résultant évalué par rapport au centre de gravité du béton seul

e1 Rayon vecteur du noyau central.

2 solutions de ferrailage

Armatures tendues seules

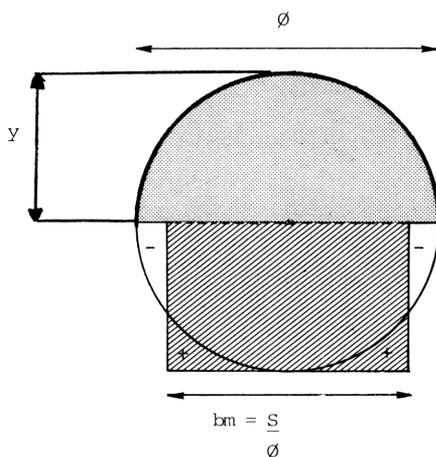
Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferrailage

1. $-\overline{\sigma}'_{bo}$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)
2. $\overline{\sigma}'_{be}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\overline{\sigma}'_{bo}$)
3. $2\delta'\overline{\sigma}'_{bo}$ Contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition 9,46 du BA 68
4. $\sigma'b$ Contrainte de compression sur la fibre supérieure
5. y Côte de l'axe neutre.

APPROXIMATION

Pour le calcul en section partiellement tendue, on assimile la section circulaire à une section rectangulaire de même hauteur de même surface. Lorsque le programme retranche le béton tendu c'est donc une section rectangulaire qui est retranchée sous l'axe neutre. (Section hachurée sur la figure).



N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLAMBOCQCQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Pour charger les données types		E <input type="text"/>		
	Données types-pour les modifier	0	STO <input type="text"/> B <input type="text"/>		
3	$MG=10^5 \text{ cm} \times \text{daN} (\sim 1 \text{ tm})$ si $MG \neq$	$MG \text{ cm} \times \text{daN}$	STO <input type="text"/> 1 <input type="text"/>		
4	$N=10^5 \text{ daN} (\sim 100 \text{ tm})$ si $N \neq$	$N \text{ daN}$	STO <input type="text"/> 2 <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
5	$lc = 600 \text{ cm}$ si $lc \neq$	$lc \text{ cm}$	STO <input type="text"/> E <input type="text"/>		
6	$es = 1$ si $es \neq$	es	STO <input type="text"/> I <input type="text"/>		
7	Calcul au flambement	\emptyset	C <input type="text"/> R/S <input type="text"/>		
	bm largeur moyenne de la section		<input type="text"/> <input type="text"/>	bm	I
	stockage automatique des		<input type="text"/> <input type="text"/>	λ	T I
	résultats et des valeurs usuelles		<input type="text"/> <input type="text"/>	McS	Z I
	$h = 0,9 \emptyset$ en STO 4		<input type="text"/> <input type="text"/>	fc	Y I
	$d' = 0,1 \emptyset$ en STO 5		<input type="text"/> <input type="text"/>	McG	X I
	$\bar{\sigma}_a = 2746 \text{ bars}$ en STO 7 Acier TOR $\emptyset \times 25$		<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'_{bo}=81$	A
	$m = 15$ en STO 8		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$\bar{\sigma}'_{bo} = 81 \text{ bars}$ en STO 9		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> <input type="text"/>		
10	Introduire le programme		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	FLEXCOQCQ (2 pistes)		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	$e1$	
A	SECTION ENTIEREMENT COMPRIMEE		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	$McS < 0$ et $fc < e1 = \emptyset/8$	0	STO <input type="text"/> I <input type="text"/>		
			f <input type="text"/> a <input type="text"/>	0	I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$-SM\sigma'_{bo}$	T I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'_{be}$	Z I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$	Y I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	σ'_b	X I
			<input type="text"/> <input type="text"/>	y	I
11	$Si \sigma'_b > \bar{\sigma}'_b$		<input type="text"/> <input type="text"/>		
	Le plus simple est de procéder en	Ai	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>		

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
	calcul manuel des armatures	di	A		gi
	ou encore pour des armatures Aj		STF	O	
	symétriques situées à h (en STO 4) Aj		STO	I	
	et d' (en STO 5)		GSB	2	gj
				C	$\sigma'b$
	Si section non entièrement				
	comprimée				
	On assimile la section circulaire				
	à une section rectangulaire de				
	même hauteur, de même surface,				
	et de largeur moyenne b_m	b_m	STO	B	
	b_m donnée en 7				
B	SECTION PARTIELLEMENT COMPRIMÉE				
	Mais centre de pression dans la		f	CLF	
	section	0	f	a	A ~ 0 I
	$M_c S < 0$ et $f_c < e_l = \phi/8$				$-SM\bar{\sigma}'bo$ T I
					$\bar{\sigma}'be$ Z I
					$2\delta'\bar{\sigma}'bo$ Y I
					$\sigma'b$ X I
	Si $\sigma'b < \bar{\sigma}'b$				y I
	La section peut résister sans				
	armatures				
	Si $\sigma'b > \bar{\sigma}'b$ continuer en 11				
G	SECTION PARTIELLEMENT TENDUE				
	Mais centre de pression hors				
	de la section $M_c S > 0$		f	CLF	A I
	2 solutions de ferrailage	0	f	a	$-SM\bar{\sigma}'bo$ T I
	Armatures tendues seules		f	STF	$\bar{\sigma}'be$ Z I
	Armatures symétriques	0	f	a	$2\delta'\bar{\sigma}'bo$ Y I

EXEMPLE

Section circulaire de 50 cm de diamètre entièrement comprimée

Introduire le programme FLAMBOQQQ
Charger les données types E O STO B
MG = 10^5 cm daN (\sim 1tm) OUI
N = 10^5 daN (\sim 100 tonnes) OUI
lc = 600 cm OUI
es = 1 OUI

Calcul au flambement

\varnothing = 50 cm C
R/S = 50,9 bars
bm = 39,3 cm
 λ = 48
MCS = $-2,19 \cdot 10^6$ cm \wedge daN < 0
fc = 3,08 cm
MCG = $308 \cdot 10^3$ cm \wedge daN

Introduire le programme FLEXCOQQQ

fb PRITx \rightarrow e1 = 6,25 cm = $\varnothing/8$
fc = 3,08 cm < e1 = 6,25 cm

Section entièrement comprimée Cas A
O STO I fa

O = A'
 $-SM\bar{\sigma}'_b o = -3,18 \cdot 10^6$
 $\bar{\sigma}'_b e = 121$ bars
 $2\delta'\bar{\sigma}'_b o = 94,3$ bars
 $\bar{\sigma}'_b = 76,0$ bars < $\bar{\sigma}'_b = 94,3$ bars
yo = 75,7 cm

	656E
	0. ST0E
	50. 656C
50.9+00	***
39.3+00	***
48.0+00	T
-2.19+06	Z
3.08+00	Y
308.+03	X
	656b
6.25+00	***
	0. ST0I
	656a
0.00+00	***
-3.18+06	T
121.+00	Z
94.3+00	Y
76.0+00	X
75.7+00	***

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES
DE SECTIONS DECOMPOSEES EN RECTANGLES ET EN PETITS

ELEMENTS

Matériau homogène

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les caractéristiques géométriques d'une section de forme quelconque décomposée en rectangles et en petits éléments assimilés à leurs aires concentrées en leurs centres de gravité respectifs, et dont on néglige les inerties propres par rapport à leurs centres de gravité.

DONNEES

L'axe S quelconque, est l'axe origine des coordonnées x

- Pour un rectangle

xi côte supérieure

bi largeur

xi+1 côte inférieure

- Petits éléments

n petits vides circulaires

de diamètre \emptyset mm (en dixième d'unité de longueur)

situés à la côte xl.

Petits éléments d'aires Bk

dont les centres de gravité sont à la côte xk.

RESULTATS

Pour les j premiers éléments cumulés ou pour la section totale

- Par rapport à l'axe S

g côte de son centre de gravité G

S section

HS moment statique

IS moment d'inertie

- Par rapport au centre de gravité G

IG moment d'inertie

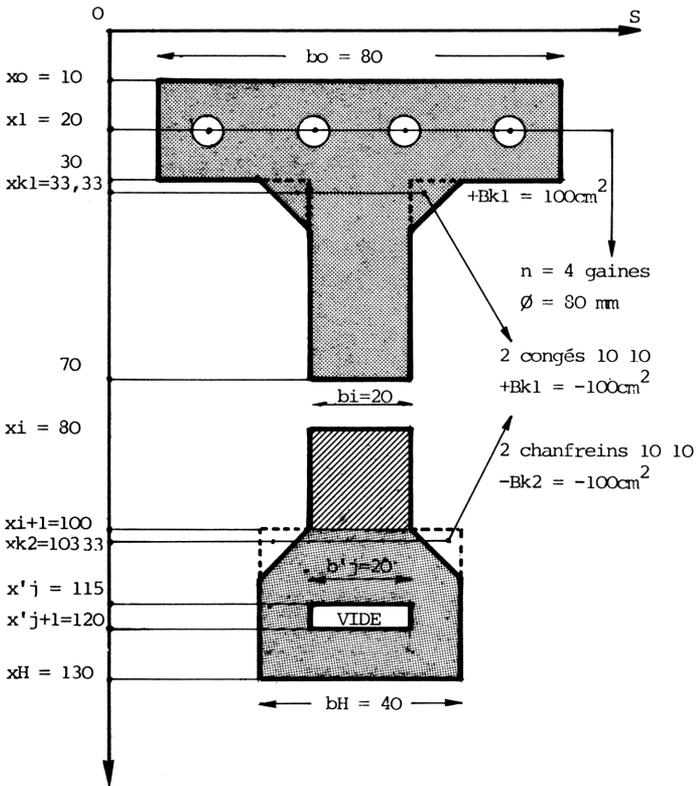
eI rayons vecteurs du noyau central.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire FLEXCOQOQ	NORM	ENG		
2	Annuler les registres primaires		f CLREG		
3	Initialiser		f e	1	4
4	Intr le rectangle i (i=0,1,2..H)	xi	↑		
	xi côte supérieure, bi largeur	bi	↑		
	xi+1 côte inférieure	xi+1	B	gi	4
	Si le premier rectangle intro-				
	duit est tel que xo=0 l'indica-				
	tion d'ERROR est normale	0	1 R/S	go=x1/2	
5	Pour un vide rectangulaire	x'j	↑		
	par exemple vide d'une poutre	b'j	CHS ↑	-b'j	
	caisson	x'j+1	B	g'j	
6	Petits éléments	m=1	STO 8		
a	Congés, changreins, petits vides				
	Pour ajouter (+Bk) ou soustrai-				
	re (-Bk) un petit élément assi-	+Bk	↑		
	milé à son aire Bk concentrée en				
	son centre de gravité de côte xk	xk	A	gk	
b	Pour soustraire n petits vides	n	CHS ↑	-n	
	circulaires de diamètre ø (en	ø	E	-B	
	dixième d'unité de longueur)	x1	A	g1	
	situés à la côte x1				
7	Calcul des rayons vecteurs				
	e1H < 0 ou e1O > 0	m=1	STO 1		
	et des modules de résistance	xH ou xo	STO 6		
	-I/v ou I/v' du noyau central		f b	e1H ou e1O	
			f LASTx	S	
			X	-I/v ou I/v'	
8	Calcul de IS, HS, S	TRACE	f d	voir exple I	
		NORM	f d	IG	
	A tout moment on a la largeur				

FIGURE ET EXEMPLE

Les dimensions sont en cm

Les diamètres en mm



```

          ENG
          CLRG
          GSB=
          STOS
xo      →      10. ENT↑
bo      →      80. ENT↑
x1      →      30. GSBE
xi      →      30. ENT↑
b1      →      20. ENT↑
x2      →      70. GSBE
x3      →      80. ENT↑
b3      →      20. ENT↑
x4      →      100. GSBE
x4      →      100. ENT↑
b4      →      40. ENT↑
x5      →      130. GSBE
n       →      4. ENT↑
Ø       →      80. GSBE
        →      CHS
x1      →      20. GSBA
+BK1    →      100. ENT↑
xK1     →      33.33 GSBA
-BK2    →      -100. ENT↑
xK2     →      103.33 GSBA
x'j     →      115. ENT↑
-b'j    →      -20. ENT↑
x'j+1   →      120. GSBE
PRINT   →      g 60.3+00 ***

```

```

M=1     →      1. ST01
xH      →      130. ST0E
          GSBk
PRINTx↑e1H -33.8+00 ***
xo      →      10. ST0E
          GSBk
PRINTx↑e10 32.9+00 ***
          GSBd
TRACE      097 *LBLd
          098 P=S
          099 RCL6
        → IS 19.6+06 ***
          100 RCL4
          3.70+03 ***
          101 X
          72.5+09 ***
          102 RCL5
        → HS 223.+03 ***
          103 X²
          49.8+09 ***
          104 -
          22.7+09 ***
        → S 105 RCL4
          3.70+03 ***
          106 P=S
          107 ÷
        → IG 6.12+06 ***
NORM     108 RTN

```

APPLICATION DE FLEXCOQCS

Caractéristiques géométriques Section en T

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les caractéristiques géométriques d'une section en T.

DONNEES

Dans cette application l'axe S, axe origine des coordonnées x est pris passant par la fibre supérieure de la section en T.

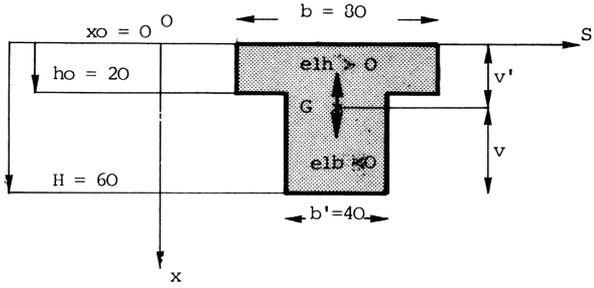
- b largeur de la table
- ho épaisseur de la table
- b' largeur de la nervure
- H hauteur totale

RESULTATS

- v' distance du centre de gravité à la fibre supérieure S
- IG Inertie par rapport au centre de gravité G
- S section
- HS moment statique par rapport à la fibre supérieure S
- IS inertie par rapport à la fibre supérieure S
- eI rayons vecteur du noyau central $eIh = IG/Sv'$
 $eIb = -IG/Sv$

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme		f CLREG		
2	Se placer en mode NORM	NORM			
	et notation ingénieur		ENG		
3	Initialiser		f e	1	
4			STO 1		
5	Introduire la section en TĒ	b	↑		
		ho	D		
		ho	↑		
		b'	↑		
		H	P	v'	
6	Calcul des rayons vecteurs el	H	STO 6		
	et de -I/v et I/v'				
	elb < 0 vers le bas		f b	elb < 0	
			f LSTx	S	
	Module de résistance -I/v = elbxS		x	-I/v	
	elh > 0 vers le haut	0	STO 6		
			f b	elh > 0	
			f LSTx	S	
	Module de résistance I/v' = elhxS		x	I/v'	
7	Calcul de IS, HS, S, IG mode	TRACE	f d	voir exple	1
	repasser en mode	NORM	f d	IG	
8	Pour un nouveau calcul,				
	retourner en 4				

FIGURE ET EXEMPLE



```

NORM                                CLRG
                                     ENG
                                     GSB e
M=1 → 1                             STO1
b → 80. ENT↑
ho → 20. GSB D
ho → 20. ENT↑
b' → 40. ENT↑
H → 60. GSB B
PRINT x → v' 25.0+00 ***
H → 60. STO G
                                     GSB b
PRINT x      -8.81+00 ***
→ e1H        0. STO G
xo →
PRINT x      12.3+00 ***
→ e1O        GSB d
TRACE        097 *LBL d
→ IS        098 P↔S
            099 RCL 6
            2.99+06 ***
            100 RCL 4
            3.20+03 ***
            101 ×
            9.56+09 ***
→ HS        102 RCL 5
            80.0+03 ***
            103 X²
            6.40+09 ***
            104 -
            3.16+09 ***
→ S        105 RCL 4
            3.20+03 ***
            106 P↔S
            107 =
→ IG        907.+03 ***
            108 RTN
NORM
    
```

APPLICATION DE FLEXION SIMPLE

CALCULS DE FERRAILLAGES EN FLEXION SIMPLE D'UNE SECTION RECTANGULAIRE

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les éléments essentiels nécessaires au dimensionnement d'une section rectangulaire en en béton armé soumise à la Flexion Simple.

DONNEES

Dans cette application particulière, l'Axe S, axe origine des coordonnées x est choisi passant par la fibre supérieure comprimée.

- M > 0 moment fléchissant comprimant la fibre supérieure S
- h hauteur utile de la section
- d' distance des armatures comprimées éventuelles à la fibre supérieure S
- $\bar{\sigma}_a$ contrainte admissible des aciers
- m coefficient d'équivalence (BA 68 $m=n=15$)
- $\bar{\sigma}'_{bo}$ contrainte admissible du béton en compression simple
- b largeur de la section
- H hauteur totale de la section

RESULTATS

2 solutions de ferrailage sont données

armatures tendues seules

armatures symétriques

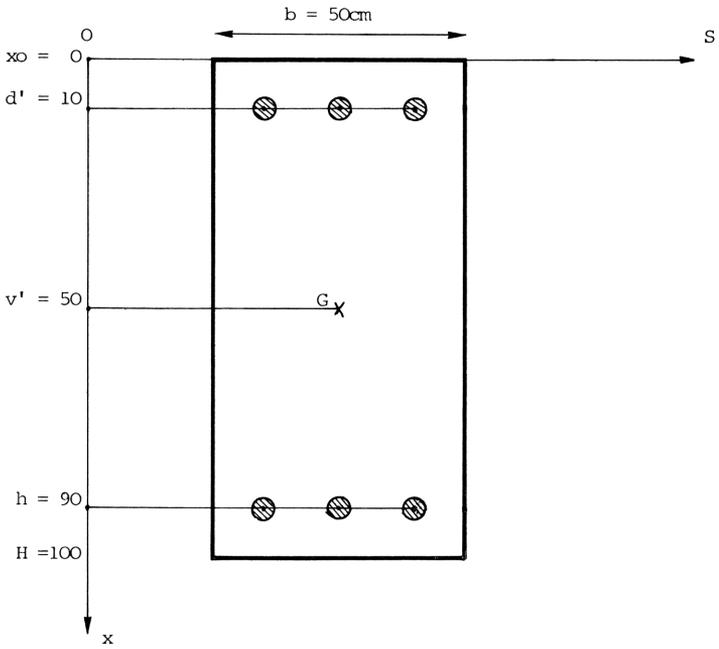
Pour chacune des 2 solutions de ferrailage

$-\bar{\sigma}'_{bo}$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)

y côte de l'axe neutre de la section fissurée

σ'_b contrainte de compression sur la fibre supérieure

EXEMPLE



	DONNEES			EXEMPLE		
Contraintes	$\bar{\sigma}_a$	m	$\bar{\sigma}'_{bc}$	2800	15	81
Coordonnées	h	d'	0	90	10	0
Sollicitation	M	0	0	10^7	0	0

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire le programme	NORM	ENG		
	Annuler les registres primaires		f CLRREG		
2	Initialiser		f e	1	
3	Introduire les données	M	STO 1		
		h	STO 4		
		d'	STO 5		
		$\bar{\sigma}_a$	STO 7		
		m	STO 8		
		$\bar{\sigma}'_{bo}$	STO 9		
3	Introduire la section bxH	b	STO B		
		H	STO A		
			D	$v' = H/2$	
4	Introduction du moment dans le registre 11		f b	$e1 = H/6$	
5	2 solutions de ferrailage				
a	Armatures tendues seules		f CLF	A_0	I
	A ($A' = 0$)	0	f a	A_1	I
				:	I
b	Armatures symétriques		f STF	A	I
	A = A'	0	f a		
				$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	T I
				$2\bar{\sigma}'_{bo}$	Z I
				$2\bar{\sigma}'_{bo}$	Y I
				$\sigma'b$	X I
				Y	I

EXEMPLE

Section rectangulaire b x H de 50 x 100 cm
 soumise à un moment $M = 100.10^5 \text{ m} \times \text{daN}$ ($\sim 100 \text{tm}$)

hauteur utile $h = 90 \text{ cm}$
 $d' = 10 \text{ cm}$
 $\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ bars}$
 $m = 15$
 $\bar{\sigma}'_{bo} = 81 \text{ bars}$

NORM		ENG	
		CLRG	
		GSEe	
M	→	100.+05	STG1
h	→	90.	STG4
d'	→	10.	STG5
$\bar{\sigma}_a$	→	2800.	STG7
m	→	15.	STG8
$\bar{\sigma}'_{bo}$	→	81.	STG9
b	→	50.	STG6
H	→	100.	STGA
		GSEd	
		GSEb	
		CF0	
		GSEa	
		16.7+00	***
		34.4+00	***
		45.3+00	***
→ A		46.1+00	***
→	$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	-10.9+00	T
→	$2\bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Z
→	$2\bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Y
→	$\sigma'b$	136.+00	X
→	Y	38.0+00	***
		SF0	
		GSEa	
		46.2+00	***
→ A		44.9+00	***
→	$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	-9.48+00	T
→	$2\bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Z
→	$2\bar{\sigma}'_{bo}$	162.+00	Y
→	$\sigma'b$	101.+00	X
→	Y	31.5+00	***

APPLICATION DE FLEXOCCQS

CALCULS DE FERRAILLAGES EN FLEXION SIMPLE D'UNE SECTION EN TÉ

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les éléments essentiels nécessaires au dimensionnement d'une section en TÉ en béton armé soumise à la Flexion Simple.

DONNEES (unité cm, daN, bars)

Dans cette application l'axe S, axe origine des coordonnées x est pris passant par la fibre supérieure comprimée.

M > 0 moment fléchissant comprimant la fibre supérieure S

h hauteur utile

d' distance du centre de gravité des aciers comprimés à la fibre S

$\bar{\sigma}_a$ contrainte admissible des aciers

m coefficient d'équivalence (BA 68 m=n=15)

$\bar{\sigma}'_{bo}$ contrainte admissible du béton en compression simple

b largeur de la table de compression

h_o hauteur de la table de compression

b' largeur de la nervure

H hauteur totale de la section en TÉ

RESULTATS

v' distance du centre de gravité du béton seul à la fibre supérieure

e₁ = I/Sv' rayon vecteur du noyau central du béton seul

yo côte de l'axe neutre de la section de béton seul, béton tendu non négligé.

2 solutions de ferraillage A

Armatures tendues seules

Armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferraillage, détermination de :

1 - $-\overline{SM}'_{bo}$ (condition de sécurité BA 68, article 22,1)

2 - $\bar{\sigma}'_{be}$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé < à $\bar{\sigma}'_{bo}$)

3 - $\overline{2\sigma}'_{bo}$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition 9,46 du BA 68

4 - $\sigma'b$ contrainte de compression sur la fibre supérieure

5 - y côte de l'axe neutre.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduire FLEXCOQO S	NORM	ENG		
2	Initialiser		f e	1	
3	Introduire les données	M	STO 1		
		N=0	STO 2		
		h	STO 4		
		d'	STO 5		
		xc'=0	STO 6		
		$\bar{\sigma}_a$	STO 7		
		m	STO 8		
		$\bar{\sigma}'_{bo}$	STO 9		
4	Introduire le béton				
	Table de compression bxho	b	↑		
		ho	D		ho/2
	Nervure	ho	↑		
		b'	↑		
		H	B		v'
5	Introduction du moment dans le registre S1 de calcul. el rayon vecteur du noyau central		f b	el	
6	2 solutions de ferrailage				
a	Armatures tendues seules		f CLF	Ao	I
		0	f a	A1	I
				:	I
b	Armatures symétriques		f STF	A	I
		0	f a	$-SM\bar{\sigma}'_{bo}$	I
				$\bar{\sigma}'_{be}$	I
				$2\bar{\sigma}'_{bo}$	I
				$\sigma'b$	I
				Y	I
	Si l'axe neutre tombe dans la table		RCL B	b'	
		ho	B		ho/2

EXEMPLE

Section en TĒ soumise à un moment

$$M = 100 \cdot 10^5 \text{ cm daN } (\sim 100 \text{ tm})$$

Largeur de la table de compression $b = 100 \text{ cm}$

Epaisseur de la table de compression $h_o = 20 \text{ cm}$

Largeur de la nervure $b' = 40 \text{ cm}$

Hauteur totale $H = 100 \text{ cm}$

Distances des armatures aux fibres extrêmes $d=d'=10 \text{ cm}$

Introduire le programme FLEXCOQCO

Se placer en mode NORM et notation ingénieur ENG

Initialiser fe

Introduire les données

Sollicitation

$M = 100 \cdot 10^5$ ST01

$N = 0$ ST02

Coordonnées

$h = 90 \text{ cm}$ ST04

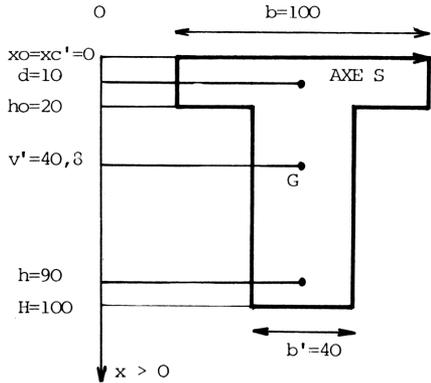
$d' = 10 \text{ cm}$ ST05

$x_o = 0$ ST06

$\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ bars}$ ST07

$m = 15$ ST08

$\bar{\sigma}'_{bo} = 81 \text{ bars}$ ST09



Introduction de la section de béton

table $b = 100 + h_o = 20 \text{ D}$

nervure $h_o = 20 + b' = 40 + H = 100 \text{ B fb}$

2 solutions de ferrailage

armatures tendues seules

fCLF O fa

$$A = 44 \text{ cm}^2$$

$$-SM\bar{\sigma}'_{bo} = -14,9 \cdot 10^6$$

$$\bar{\sigma}'_{be} = 140 \text{ bars}$$

$$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 162 \text{ bars}$$

$$\sigma'b = 89,8 \text{ bars}$$

$$y = 29,2 \text{ cm}$$

armatures symétriques

fSTF O fa

$$A = A' = 43,9 \text{ cm}^2$$

$$-SM\bar{\sigma}'_{bo} = -14,2 \cdot 10^6$$

$$\bar{\sigma}'_{be} = 145 \text{ bars}$$

$$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} = 162 \text{ bars}$$

$$\sigma'b = 74,5 \text{ bars}$$

$$y = 25,7 \text{ cm}$$

RESULTATS DE L'EXEMPLE PRECEDENT

```

          ENG
          GSBe
100.+05 ST01
          0. ST02
          90. ST04
          10. ST05
          0. ST06
          2800. ST07
          15. ST08
          81. ST09
          100. ENT↑
          20. GSBD
          20. ENT↑
          40. ENT↑
          100. GSBE
          GSBk
22.9+00 ***
          CF0
          GSBa
22.9+00 ***
38.9+00 ***
43.8+00 ***
44.0+00 ***

-14.9+00 T
140.+00 Z
162.+00 Y
89.8+00 X

29.2+00 ***
          SF0
          GSBa
44.0+00 ***
43.9+00 ***

-14.2+00 T
145.+00 Z
162.+00 Y
74.5+00 X

25.7+00 ***

```

FLEXCOQOQ - FLEXION SIMPLE
CALCUL DES ARMATURES COMPRIMEES

INTRODUCTION

Cette application du programme FLEXCOQOQ permet de continuer le calcul d'une section lorsqu'il y a nécessité d'armatures comprimées du fait du non respect de la condition de sécurité (ou du dépassement de la contrainte admissible du béton en fibre supérieure).

PRINCIPE

On peut calculer une section d'aciers comprimés A' permettant de se rapprocher de la condition de sécurité.

$$A' = \frac{M - S\bar{\sigma}'_a b_0}{\sigma'_a (h - d')}$$

DONNEES

$\bar{\sigma}'_a$ contrainte admissible des aciers comprimés.

RESULTATS

Contrainte en tout point de la section.
Sections d'armatures tendues et comprimées.

N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES	RÉSULTATS	I/A
1	Introduction du programme FLEXCOOQ (2 pistes)		<input type="text"/> <input type="text"/>		
2	Voir application de FLEXCOOQ au calcul de ferrailages d'une section rectangulaire ou en T		<input type="text"/> <input type="text"/>		
3	Solution de ferrailage Armatures tendues seules A		<input type="text"/> <input type="text"/>		
			<input type="text"/> f <input type="text"/> CLF	Ao	
		0	<input type="text"/> f <input type="text"/> a	:	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	A	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$-SM\bar{\sigma}'bo$	T
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\bar{\sigma}'be$	Z
4	$M > -SM\bar{\sigma}'bo $		<input type="text"/> <input type="text"/>	$2\delta'\bar{\sigma}'bo$	Y
			<input type="text"/> <input type="text"/>	$\sigma'b$	X
			<input type="text"/> <input type="text"/>	y	
5	Introduction des aciers tendus		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>		
6	Calcul de la contrainte au niveau des armatures comprimées		<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 5	d'	
			<input type="text"/> f <input type="text"/> c	$\sigma'a$	
7	Si $\sigma'a > \bar{\sigma}'a$ introduire	$(\bar{\sigma}'a)$	<input type="text"/> <input type="text"/>		
8	Calcul des armatures comprimées A'		<input type="text"/> 1/x <input type="text"/>		
			<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 1	M	
			<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 0	$-SM\bar{\sigma}'bo$	
			<input type="text"/> + <input type="text"/>	$M-SM\bar{\sigma}'bo$	
			<input type="text"/> x <input type="text"/>		
			<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 4	h	
			<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 5	d'	
			<input type="text"/> - <input type="text"/>	h-d'	
			<input type="text"/> : <input type="text"/> PRtx	A'	
9	Introduction des armatures comprimées		<input type="text"/> RCL <input type="text"/> 5	d'	
			<input type="text"/> A <input type="text"/>	yi	
10	Calcul de la position de l'axe neutre		<input type="text"/> R/S <input type="text"/> R/S	y	
			<input type="text"/> <input type="text"/>		

EXEMPLE 1

Section rectangulaire avec nécessité d'armatures comprimées.

Déterminer les armatures tendues et comprimées d'une poutre de 24 par 75 cm (hauteur utile 70 cm et $d' = 3,5$ cm) sollicitée par un moment M de 40 tm.

Les contraintes étant égales à :

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_a &= 2\,670 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}'_a &= 2\,800 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}'_{bo} &= 75 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Initialisation

fCLREG fe

Introduction des données

$$\begin{aligned} M &= 40 \cdot 10^5 && \text{STO1} \\ h &= 70 && \text{STO4} \\ d' &= 3,5 && \text{STO5} \\ \bar{\sigma}_a &= 2\,670 && \text{STO7} \\ m &= 15 && \text{STO8} \\ \bar{\sigma}'_{bo} &= 75 && \text{STO9} \end{aligned}$$

Introduction de la section de béton

$$24 \text{ STOB } 75 \text{ STOA } D \left(H/2 = 37,5 \right) \text{ fb e1}$$

Armatures tendues seules

$$\begin{aligned} f \text{ CLFO } fa \quad A &= 25,5 \text{ cm}^2 \\ -SM\bar{\sigma}'_{bo} &= -3,24 \cdot 10^6 \quad 4 \cdot 10^6 = M \\ \bar{\sigma}'_{be} &= 150 \text{ kg/cm}^2 \\ 2\delta' \bar{\sigma}'_{bo} &= 150 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'_b &= 167 \text{ kg/cm}^2 \\ y &= 33,9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Introduction des armatures tendues et calcul de la contrainte au niveau des armatures comprimées

$$R/S \text{ RCL5 } (d') \text{ fc } \text{PRIX} \quad \sigma'_a = 2\,250 \text{ kg/cm}^2 \quad \bar{\sigma}'_a$$

Calcul des armatures comprimées A'

$$A' = \frac{M - SM\bar{\sigma}'_{bo}}{\sigma'_a(h-d')}$$

	CLRG
	600E
40.105	STO1
70.	STO4
3.5	STO5
2670.	STO7
15.	STO8
75.	STO9
24.	STOB
75.	STOA
	600D
	600E
	600F
	600G
12.5100	***
22.4100	***
25.3100	***
25.5100	***
-3.24100	T
150.100	Z
150.100	Y
167.100	N
33.9100	***
	R/C
	RCL5
	600C
2.25100	***
	R/C
	RCL1
	RCL2
	R
	N
	RCL4
	RCL5
	1
5.00100	***
	RCL5
	600H
32.1100	***
	R/C
32.1100	***

$$1/x \left(\frac{1}{\sigma_a} \right) \text{RCL 1 (M) RCL0 } (-\overline{SM}^1 b_0) + X\text{RCL4 (h) RCL5 (d')}$$

$$- : \text{PRTx} \quad A' = 5,08 \text{ cm}^2$$

Introduction des armatures comprimées et calcul de la nouvelle position de l'axe neutre

$$\text{RCL5 (d')} \quad A \text{ prtx R/S prtx} \quad y = 32,1 \text{ cm}$$

Calcul des contraintes et ajustement des sections d'aciers

$$C \text{ PRTx} \quad \sigma'b = 146 \text{ kg/cm}^2$$

$$A' n = 5,08 \times (146/150)^4$$

$$\text{RCLD} : x^2 x^2 5,08 \times \quad A' = 4,61 \text{ cm}^2$$

$$\text{RCL4 (h) fc PRTx} \quad \sigma_a = -2600 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_n = A \times \frac{\sigma_a}{\overline{\sigma}_a}$$

$$\text{RCL7 CHS} : 25,5 \times \quad A = 24,8 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma A = 29,4 \text{ cm}^2$$

	0000
146.100	***
	RCLD
	:
	1/2
	1/2
5.00	*
4.61100	***
	RCL4
	0000
-2.60100	***
	RCL7
	CHS
	:
25.5	*
24.8100	***
4.61	:
29.4100	***

EXEMPLE 2

Section en T \bar{e} avec nécessité d'armatures comprimées.

Déterminer les armatures tendues et comprimées de la poutre en T \bar{e} dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Largeur de la table de compression $b = 320$ cm
- Épaisseur de la table de compression $h_0 = 22$ cm
- Largeur de la nervure $b' = 32$ cm
- Hauteur utile $h = 120$ cm
- Position des armatures comprimées $d' = 6$ cm
- $\bar{\sigma}_a = \bar{\sigma}'_a = 2\,700$ kg/cm²
- $\bar{\sigma}'_b = 70$ kg/cm²
- Moment appliqué $M = 650$ tm

Initialisation

- fCLREG fe
- $M = 650 \cdot 10^5$ ST01
- $h = 120$ ST04
- $d' = 6$ ST05
- $\bar{\sigma}_a = 2\,700$ ST07
- $m = 15$ ST08
- $\bar{\sigma}'_b = 70$ ST09

- Introduction de la section de béton
- table 320 22D $h_0/2 = 11$ cm
- nervure 2 x 32 \uparrow 120B fb

Armatures tendues seules

- fCLFb fa
- $a = 220$ cm²
- $-S\bar{m}'_b = -58,2 \cdot 10^6$ 65 $10^6 = M$
- $\bar{\sigma}'_b = 98,9$ kg/cm²
- $2\delta'_b = 140$ kg/cm²
- $\sigma'_b = 108$ kg/cm²
- $y = 45$ cm

Introduction des armatures tendues et calcul de la contrainte au niveau des armatures comprimées

R/S RCL5 (d') fc PRTx $\sigma'_a = 1\,400$ kg/cm² $\bar{\sigma}_a$

	0.00	
	0.00	
650.100	ST01	
120.	ST04	
6.	ST05	
2700.	ST07	
15.	ST08	
70.	ST09	
320.	ENT1	
22.	0000	
2.	N	
32.	ENT1	
120.	0000	
	0000	
	070	
	0000	
	0000	
35.3:00	+++	
200.100	+++	
220.00	+++	
220.100	+++	
50.2:00	T	
90.2:00	Z	
140.00	"	
100.00	X	
45.0:00	+++	
	R:0	
	RCL5	
	0000	
1.40:00	+++	
	1:0	
	RCL1	
	RCL5	
	RCL5	
42.0:00	+++	

	RCL5
	6000
42.0:00	***
	R/C
42.0:00	***
	6000
99.3:00	***
	RCL5
	6000
1.20:00	***
	RCL4
	6000
-2.00:00	***

Calcul des armatures comprimées A'

$$A' = \frac{M - S M \bar{\sigma}' b_0}{\bar{\sigma}' a (h - d')}$$

$$1/x \left(\frac{1}{\bar{\sigma}' a} \right) RCL 1(M) \quad RCL0(-S M \bar{\sigma}' b_0) + X RCL4(h) \quad RCL5(d') \quad -: PRTx$$

$$A' = 42,8 \text{ cm}^2$$

Introduction des armatures comprimées et calcul de la nouvelle position de l'axe neutre

$$RCL5(d') \quad A \quad PRTx \quad R/S \quad PRTx \quad y = 42,8 \text{ cm}$$

Calcul des contraintes

$$C \quad PRTx \quad \sigma' b = 99,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$RCL5(d') \quad f_c \quad PRTx \quad \sigma' a = 1 \, 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$RCL4(h) \quad f_c \quad PRTx \quad a = -2 \, 690 \text{ kg/cm}^2$$

Ajustement des sections d'aciers

$$A_n = 220 \times \frac{2 \, 690}{2 \, 700} = 219 \text{ cm}^2$$

$$A'n = 42,8 \text{ cm}^2 \times \left(\frac{99,3}{98,9} \right)^4 = 43,1 \text{ cm}^2$$

$$\Sigma A = \frac{\quad}{\quad} = 263,1 \text{ cm}^2$$

APPLICATION DE FLEXCOQ S

CALCULS DE FERRAILLAGES EN FLEXION COMPOSEE D'UNE SECTION RECTANGULAIRE

INTRODUCTION

Cette application permet de déterminer les éléments essentiels nécessaires au dimensionnement d'une section rectangulaire de béton armé soumise à la Flexion Composée rapportée^{*} au centre de gravité du béton seul, la section étant partiellement tendue.

DONNEES

Dans cette application particulière l'Axe S, axe origine des coordonnées x, est pris passant par la fibre supérieure comprimée.

($x_0 = 0$)

MG	moment fléchissant comprimant la fibre supérieure S
N	effort normal de compression appliqué en G soit à z
★ $z=H/2$	distance de l'axe GZ à l'axe S
h	hauteur utile à la section
d'	distance des armatures comprimées à la fibre supérieure S
$\bar{\sigma}_a$	contrainte admissible des aciers
m	coefficient d'équivalence (BA 68 $m=n=15$)
$\bar{\sigma}'_{bo}$	contrainte admissible du béton en compression simple
b	largeur de la section
H	hauteur totale de la section

RESULTATS

2 solutions de ferraillage

armatures tendues

armatures symétriques

Pour chacune des 2 solutions de ferraillage

$-S\bar{\sigma}'_{bo}$ (conditions de sécurité BA 68, article 22,1)

$\bar{\sigma}'_{be}$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition de l'article 9,48 du BA 68 (contrainte moyenne dans le béton comprimé inférieure à $\bar{\sigma}'_{bo}$)

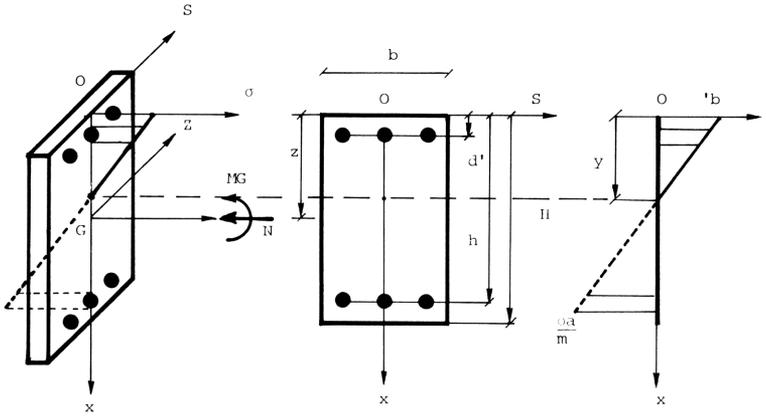
$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$ contrainte admissible sur la fibre supérieure compte tenu de la condition 9,46 du BA 68

σ'_b contrainte de compression sur la fibre supérieure

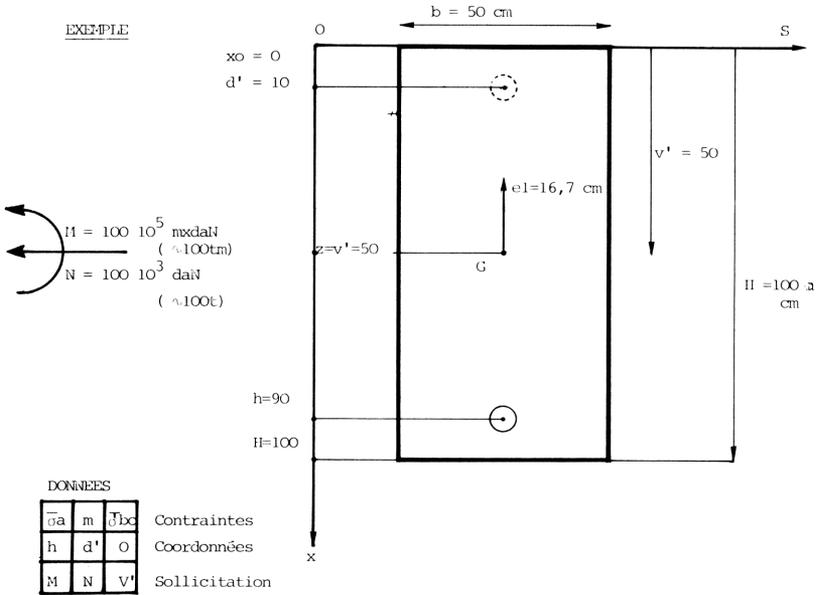
y côte de l'axe neutre

★ Si l'effort normal N est rapporté à un axe Z quelconque $z \neq H/2$ est la distance de l'axe Z à l'axe S, distance mesurée suivant ox.

FIGURE



EXEMPLE



N°	INSTRUCTIONS	DONNÉES	TOUCHES		RÉSULTATS	I/A
1	Introduire FLEXCOQ S		NORM	ENG		
2	Initialiser		f	e	1	
3	Introduire les données	MG	STO	1		
		N	STO	2		
		$z=H/2$	STO	3		
		h	STO	4		
		d'	STO	5		
		$O=x_0$	STO	6		
		$\bar{\sigma}_a$	STO	7		
		m	STO	8		
		$\bar{\sigma}'_{bo}$	STO	9		
		b	STO	B		
		H	STO	1		
4	Introduire le béton dans					
	S4 S5 S6 par			D	$v'=H/2$	
	Introduire la sollicitation					
	dans S1 S2 par		f	b	e1	A
	Section partiellement tendue					
	si $0 < y_0 < H$	0		D	y_0	
	Armatures tendues seules		f	CLF	A1	I
		0	f	A	A2	I
					⋮	I
	Armatures symétriques		f	SIF	A	I
		0	f	a		
					$-S\bar{\sigma}'_{bo} T$	I
					$\bar{\sigma}'_{be} Z$	I
					$2\delta'\bar{\sigma}'_{bo} Y$	I
					$\sigma'b X$	I
					Y	I

EXEMPLE

Section rectangulaire b x H de 50 x 100 cm
 soumise à une sollicitation rapportée
 en son centre de gravité G
 $MG = 100 \times 10^5 \text{ cm} \times \text{daN} (\sim 100\text{tm})$
 $N = 100 \times 10^3 \text{ daN} (\sim 100\text{t})$
 $z = v' = H/2 = 50 \text{ cm}$ distance de GZ à la fibre
 supérieure S
 distance du centre de gravité des aciers aux fibres
 extrêmes évaluées à 10 cm
 $h = 90 \text{ cm}$ hauteur utile
 $d' = 10 \text{ cm}$
 $xc' = 0$ distance de la fibre supérieure à l'axe S
 $\bar{\sigma}_a = 2800 \text{ bars}$
 $m = 15$
 $\bar{\sigma}'_{bo} = 81 \text{ bars}$

			ENG
			GSBe
M	→	100.+05	ST01
N	→	100.+03	ST02
v'	→	50.	ST03
h	→	90.	ST04
d	→	10.	ST05
xc'	→	0.	ST06
$\frac{xc'}{\sigma_a}$	→	2800.	ST07
m	→	15.	ST08
$\bar{\sigma}'_{bo}$	→	81.	ST09
b	→	50.	ST0E
H	→	100.	ST0H
			GSBD
			GSBb
PRTx	→ e1	16.7+00	***
		0.	GSBD
PRTx	→ yo	58.3+00	***
			CF0
			GSBa
		16.7+00	***
		21.2+00	***
		28.8+00	***
		30.2+00	***
→ A		30.4+00	***
→ -SM $\bar{\sigma}'_{bo}$		-12.0+06	T
→ $\bar{\sigma}'_{be}$		162.+00	Z
→ $2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$		162.+00	Y
→ σ'_{b}		172.+00	X
→ Y		43.1+00	***
			SF0
		30.4+00	***
		28.7+00	***
→ A=A'		28.6+00	***
→ -SM $\bar{\sigma}'_{bo}$		-11.1+06	T
→ $\bar{\sigma}'_{be}$		162.+00	Z
→ $2\delta'\bar{\sigma}'_{bo}$		162.+00	Y
→ σ'_{b}		140.+00	X
→ Y		38.6+00	***

POTEAU COMPRESSION SIMPLE BA 68

001	*LBLA	056	÷	111	0	166	÷
002	GSEB	057	X&Y?	112	STOE	167	4
003	GSE0	058	X*Y	113	EEEX	168	X*Y
004	1	059	PRTX	114	5	169	-
005	5	060	RTN	115	STOJ	170	LSTN
006	x	061	*LBLD	116	ENG	171	-
007	GSEb	062	RCL1	117	RTN	172	÷
008	1/X	063	GSEB3	118	*LBLa	173	1
009	-	064	RCLC	119	GSEB4	174	+
010	CHS	065	1	120	GSEB6	175	RCL6
011	GSEB3	066	5	121	SPC	176	x
012	X*Y	067	x	122	GSEBc	177	2
013	÷	068	+	123	GSEBd	178	1
014	STOB	069	÷	124	*LBLd	179	6
015	GSE0	070	RCLC	125	GSEB2	180	0
016	x	071	X*Y	126	PRTX	181	RCL5
017	STOA	072	1	127	RCLC	182	÷
018	GSE1	073	5	128	PRTX	183	1
019	GSEb	074	X*Y	129	RTN	184	+
020	RCLA	075	x	130	RTN	185	x
021	RCLB	076	LSTX	131	*LBL1	186	8
022	PRST	077	PRST	132	RCL1	187	0
023	RTN	078	RTN	133	RCL7	188	0
024	*LBLB	079	*LBLE	134	x	189	÷
025	RCLC	080	CLRG	135	RCL2	190	GSEb
026	GSE0	081	.	136	÷	191	÷
027	÷	082	9	137	1	192	RTN
028	GSE2	083	STO1	138	2	193	*LLE2
029	X>Y?	084	3	139	1/X	194	GSEB3
030	X*Y	085	0	140	x	195	2
031	RCLC	086	STO2	141	RTN	196	0
032	PRTX	087	5	142	*LBLb	197	÷
033	1	088	0	143	RCL5	198	STOC
034	5	089	STO3	144	.	199	2
035	x	090	2	145	3	200	5
036	GSEB3	091	STO4	146	x	201	x
037	+	092	2	147	RCLB	202	GSEb
038	GSEb	093	7	148	x	203	x
039	x	094	0	149	RTN	204	STOC
040	X>Y?	095	STO5	150	*LBLc	205	RTN
041	R4	096	1	151	.	206	*LLEa
042	PRTX	097	STO6	152	9	207	2
043	RTN	098	2	153	0	208	0
044	*LBLC	099	7	154	0	209	÷
045	GSE0	100	5	155	6	210	X²
046	RCL1	101	STO7	156	6	211	x
047	PRTX	102	1	157	5	212	Fi
048	x	103	STO8	158	x	213	x
049	RCL1	104	4	159	RTN	214	RTN
050	GSEb	105	2	160	*LBL0	215	*LLE3
051	÷	106	0	161	GSE1	216	RCL2
052	GSEB3	107	0	162	LSTX	217	RCL3
053	-	108	GSEc	163	÷	218	x
054	1	109	STO9	164	RCL4	219	RTN
055	5	110	2	165	RCL2		

FLEXCOQC S

001	*LBL6	057	x	113	GSB2	169	PRTX
002	PZS	058	+	114	GSBE	170	RTN
003	CLR6	059	RCL2	115	RCL4	171	*LBL2
004	1	060	RCL5	116	GSB6	172	RCL1
005	STO1	061	x	117	RCL7	173	RCL4
006	PZS	062	RCL1	118	CHS	174	GSB4
007	RTN	063	RCL4	119	÷	175	F0?
008	*LBL6	064	x	120	RCL6	176	GSB0
009	2	065	+	121	PRTX	177	RTN
010	0	066	PZS	122	x	178	*LBL0
011	÷	067	÷	123	STO0	179	RCL1
012	X?	068	RCLA	124	RCL0	180	RCL5
013	F1	069	XZY	125	LSTX	181	GSB4
014	x	070	RCL6	126	-	182	RTN
015	>	071	XZY	127	STO1	183	*LBL6
016	RTN	072	RTN	128	ABS	184	0
017	*LBL4	073	STO6	129	.	185	GSB1
018	ENT↑	074	*LBLC	130	1	186	RCL1
019	ENT↑	075	RCL6	131	XZY	187	RCL3
020	R↑	076	*LBL3	132	XZY?	188	RCL2
021	RCL6	077	STO1	133	STO4	189	PZS
022	x	078	0	134	GSBC	190	STO2
023	STO1	079	GSB1	135	STOC	191	x
024	*LBL6	080	LSTX	136	RCL0	192	-
025	STO4	081	GSB4	137	CHS	193	STO1
026	R↓	082	LSTX	138	STO1	194	PZS
027	STO6	083	x	139	GSB2	195	RCL2
028	CHS	084	÷	140	RCL6	196	R↑
029	XZY	085	x	141	STO1	197	x
030	GSB0	086	LSTX	142	PZS	198	+
031	R↓	087	R↑	143	RCL5	199	GSB4
032	XZY	088	RCL1	144	RCL4	200	LSTX
033	*LBLD	089	-	145	÷	201	÷
034	x	090	x	146	RCL5	202	R↑
035	LSTX	091	RTN	147	RCL4	203	RCL6
036	LSTX	092	*LBL6	148	PZS	204	-
037	2	093	GSB3	149	RCL4	205	÷
038	x	094	RCL6	150	x	206	STO1
039	3	095	x	151	-	207	RCL2
040	÷	096	RTN	152	RCL9	208	x
041	XZY	097	*LBL4	153	x	209	3
042	2	098	PZS	154	STO0	210	x
043	÷	099	RCL6	155	RCL9	211	R↑
044	R↑	100	RCL4	156	RCLA	212	XZY?
045	*LBL1	101	x	157	R↑	213	ENT↑
046	PZS	102	RCL5	158	-	214	XZY
047	ST+4	103	X?	159	÷	215	÷
048	x	104	-	160	RCLA	216	1
049	ST+5	105	RCL4	161	RCL6	217	+
050	x	106	PZS	162	-	218	RCL9
051	ST+6	107	÷	163	x	219	x
052	RCL6	108	RTN	164	STO0	220	STO6
053	RCL2	109	*LBL6	165	RCL6	221	R↑
054	x	110	RCL1	166	RCLC	222	GSB4
055	RCL1	111	STO0	167	PRST	223	RCL1
056	RCL5	112	*LBL4	168	RCLA	224	RTN

DALLE CHARGE U.V. (1 piste)

001	*LBLA	047	7
002	STO3	048	3
003	R+	049	9
004	X*Y?	050	STO7
005	X*Y	051	1
006	STO1	052	+
007	X*Y	053	CHS
008	STO2	054	STO8
009	=	055	4
010	STO4	056	2
011	.	057	1
012	4	058	STO9
013	X*Y?	059	GSBD
014	STOE	060	RTN
015	GSBE	061	*LBLC
016	RCL1	062	6
017	X²	063	1
018	X	064	7
019	RCL3	065	STO7
020	X	066	1
021	STO5	067	3
022	GSBC	068	6
023	RCL5	069	9
024	X	070	STO8
025	*LBL1	071	8
026	STO6	072	0
027	RCL3	073	0
028	RCL4	074	6
029	RCL6	075	STO9
030	RCL5	076	GSBC
031	ENG	077	RTN
032	FRST	078	*LBLD
033	RTN	079	RCL4
034	*LBLB	080	X²
035	RCL1	081	RCL9
036	X²	082	X
037	RCL3	083	RCL4
038	X	084	RCL8
039	3	085	X
040	+	086	+
041	STO5	087	RCL7
042	4	088	+
043	=	089	EEX
044	STO1	090	4
045	*LBLB	091	÷
046	1	092	RTN

FLECHE DALLE

001 *LBLa
 002 RCL8
 003 RCL9
 004 ÷
 005 GT09
 006 *LBLA
 007 3
 008 4
 009 0
 010 0
 011 GT0E
 012 *LBLB
 013 2
 014 7
 015 7
 016 9
 017 GT0E
 018 *LBLC
 019 2
 020 7
 021 4
 022 6
 023 GT0E
 024 *LBLD
 025 1
 026 4
 027 3
 028 8
 029 *LBL E
 030 ST0A
 031 R/S
 032 PRTX
 033 ST0A
 034 5
 035 0
 036 R/S
 037 PRTX
 038 ST0C
 039 5
 040 0
 041 0
 042 R/S
 043 PRTX
 044 ST07
 045 1
 046 8
 047 R/S
 048 *LBLc
 049 PRTX
 050 ST01
 051 2
 052 5
 053 x
 054 2
 055 8

056 5
 057 +
 058 RCLD
 059 +
 060 ST03
 061 PRTX
 062 RCL7
 063 X²
 064 x
 065 8
 066 0
 067 0
 068 ÷
 069 PRTX
 070 R/S
 071 PRTX
 072 ST09
 073 1
 074 *LBL9
 075 R/S
 076 PRTX
 077 RCL9
 078 x
 079 PRTX
 080 ST08
 081 *LBLc
 082 RCL8
 083 RCLA
 084 ÷
 085 RCL1
 086 ÷
 087 .
 088 8
 089 ÷
 090 PRTX
 091 R/S
 092 *LBLd
 093 PRTX
 094 ST02
 095 RCL1
 096 x
 097 .
 098 8
 099 x
 100 RCL8
 101 X²Y
 102 ÷
 103 PRTX
 104 RCL1
 105 .
 106 1
 107 2
 108 ÷
 109 RCL2
 110 2

111 .
 112 4
 113 x
 114 +
 115 RCL1
 116 X²
 117 x
 118 3
 119 7
 120 8
 121 EEX
 122 4
 123 x
 124 RCL7
 125 X²
 126 ÷
 127 ST05
 128 RCL3
 129 3
 130 5
 131 -
 132 GSB0
 133 ST06
 134 RCL1
 135 3
 136 +
 137 2
 138 5
 139 x
 140 GSB0
 141 ST-6
 142 RCL3
 143 2
 144 1
 145 0
 146 -
 147 GSB0
 148 ST-6
 149 X²Y
 150 GSB2
 151 .
 152 4
 153 x
 154 GSB3
 155 3
 156 x
 157 ST+6
 158 RCL6
 159 PRTX
 160 RCL7
 161 EEX
 162 3
 163 ÷
 164 ENT1
 165 +

166 LSTX
 167 .
 168 5
 169 +
 170 X)Y?
 171 X²Y
 172 PRTX
 173 RTN
 174 *LBL0
 175 RCL3
 176 ÷
 177 RCL8
 178 x
 179 GSB2
 180 GSB3
 181 RTN
 182 *LBL2
 183 RCL1
 184 RCL1
 185 2
 186 0
 187 6
 188 x
 189 x
 190 -
 191 LSTX
 192 1
 193 .
 194 5
 195 x
 196 R↑
 197 +
 198 ÷
 199 RCL1
 200 5
 201 .
 202 8
 203 x
 204 RCL2
 205 ÷
 206 8
 207 ÷
 208 x
 209 ABS
 210 LSTX
 211 +
 212 RTN
 213 *LBL3
 214 1
 215 +
 216 x
 217 RCL5
 218 ÷
 219 RTN

MUR 1 - LONGUEUR FLAMBEMENT DESCENTE DES CHARGES

001	*LBL0	057	ST07	113	RCL4	165	R1
002	X*Y	058	X*Y	114	+	170	X*Y
003	*LBL0	059	ST08	115	2	171	+-
004	3	060	GSB0	116	÷	172	PRTX
005	Y*	061	ST09	117	2	173	RTN
006	X*Y	062	GSB0	118	.	174	LSTX
007	÷	063	ST0D	119	5	175	2
008	1	064	*LBL0	120	x	176	2
009	2	065	GSB1	121	RCLI	177	÷
010	÷	066	RCL8	122	1	178	+
011	RTN	067	x	123	+	179	PRTX
012	*LBL1	068	ST0C	124	x	180	RTN
013	RCLD	069	RCL8	125	+	181	*LBL2
014	RCLC	070	.	126	.	182	3
015	+	071	7	127	1	183	RCLI
016	2	072	x	128	7	184	+
017	÷	073	GSB5	129	5	185	2
018	ST0I	074	RCL8	130	RCLI	186	÷
019	X²	075	.	131	x	187	GT04
020	1	076	8	132	+	188	*LBL3
021	2	077	5	133	.	189	1
022	1/2	078	x	134	2	190	RCLI
023	x	079	RCLC	135	+	191	1
024	LSTX	080	*LBL5	136	RCL2	192	-
025	5	081	X*Y?	137	RCL5	193	2
026	x	082	X*Y	138	+	194	0
027	RCLI	083	CLX	139	2	195	÷
028	x	084	+	140	÷	196	-
029	+	085	PRTX	141	x	197	RCLI
030	CHS	086	RTN	142	RCL1	198	x
031	1	087	*LBLD	143	RCL4	199	RTN
032	+	088	RCL0	144	+	200	*LBL0
033	RCLD	089	X*Y	145	2	201	0
034	RCLC	090	-	146	÷	202	GSB0
035	-	091	ST0I	147	RCL8	203	GT00
036	X²	092	5	148	+	204	*LBL0
037	1	093	RCLI	149	RCL7	205	RCL5
038	4	094	X*Y?	150	x	206	X*Y?
039	÷	095	GT02	151	2	207	RCL9
040	-	096	GSB3	152	.	208	+
041	RTN	097	*LBL4	153	2	209	RCL3
042	*LBLA	098	.	154	x	210	RCL6
043	ST0I	099	2	155	RCLI	211	+
044	X*Y	100	1	156	1	212	+
045	ST02	101	x	157	+	213	LSTX
046	GSB0	102	.	158	x	214	X*Y
047	ST03	103	1	159	+	215	÷
048	RTN	104	2	160	PRTX	216	ST0E
049	*LBLB	105	+	161	LSTX	217	RTN
050	ST04	106	F0?	162	-	218	*LBL6
051	X*Y	107	CLX	163	1	219	1
052	ST05	108	CF0	164	.	220	.
053	GSB0	109	F1?	165	1	221	2
054	ST06	110	GSB6	166	LSTX	222	÷
055	RTN	111	CF1	167	R↓	223	RTN
056	*LBLC	112	RCLI	168	x	224	LSTX

FLAMBCOQC

001	*LBL0	055	x	105	6	163	÷
002	GSB3	056	0	110	ST07	164	RCLW
003	*LBL1	057	x	111	1	165	x
004	RCL2	058	R1	112	5	166	P2S
005	RCL4	059	5	113	ST06	167	ST04
006	÷	060	0	114	6	168	RCLA
007	PRTX	061	-	115	1	169	x
008	RCL4	062	JA	116	ST05	170	2
009	RCL4	063	LSTX	117	RTN	171	÷
010	÷	064	x	118	*LBL3	172	ST05
011	PRTX	065	x	119	P2S	173	RCLW
012	RCL2	066	GT02	120	0	174	x
013	RCL5	067	*LBL1	121	ST02	175	1
014	RCL4	068	3	122	1	176	.
015	÷	069	5	123	ST01	177	6
016	JX	070	X?Y?	124	RCL6	178	÷
017	÷	071	ENT1	125	RCL5	179	ST06
018	ST06	072	-	126	RCL4	180	P2S
019	5	073	-	127	P2S	181	GT0D
020	0	074	1	128	ST+4	182	*LBL2
021	X2Y	075	6	129	÷	183	CLRG
022	X2Y?	076	x	130	ST03	184	P2S
023	ST01	077	1	131	P2S	185	CLRG
024	X2	078	-	132	RCL5	186	EEA
025	3	079	RCL1	133	P2S	187	5
026	3	080	RCL2	134	x	188	ST01
027	EEA	081	÷	135	-	189	ST02
028	3	082	x	136	ST+5	190	6
029	RCL1	083	*LBL2	137	RTN	191	0
030	.	084	ST0C	138	*LBL2	192	0
031	6	085	RCL2	139	RCL4	193	ST0E
032	x	086	x	140	RCL6	194	1
033	1	087	ST0D	141	x	195	ST01
034	+	088	RCL3	142	P2S	196	EEA
035	÷	089	RCL2	143	ST04	197	2
036	RCLW	090	x	144	RCLA	198	ST0B
037	÷	091	-	145	x	199	3
038	RCL1	092	RCL0	146	2	200	0
039	RCL2	093	X2Y	147	÷	201	ST0A
040	÷	094	RCLC	148	ST05	202	ENG
041	x	095	RCL2	149	2	203	RTN
042	+	096	FRST	150	x	204	*LBL4
043	JX	097	ST01	151	RCLA	205	P2S
044	RCL5	098	RCLA	152	x	206	ST+4
045	RCL3	099	.	153	3	207	X2Y
046	EEA	100	5	154	÷	208	x
047	3	101	x	155	ST06	209	ST+5
048	x	102	ST04	156	P2S	210	LSTX
049	RCL4	103	9	157	GT0D	211	x
050	x	104	÷	158	*LBLC	212	+
051	÷	105	ST05	159	ST0A	213	ST+5
052	RCL1	106	2	160	P1	214	P2S
053	1	107	7	161	x	215	GT0S
054	+	108	4	162	4	216	R/S

MUR 2 - CHARGES PORTANTES DTU 23.1

001	*LBL0	057	X>Y?	113	STOC	169	RTN
002	X=Z	058	X=Z	114	GSB3	170	*LBL5
003	RCL4	059	R↑	115	÷	171	0
004	X=Z	060	x	116	GSB1	172	ENT↑
005	X>Y?	061	RCL0	117	GSB3	173	RTN
006	X=Z	062	x	118	x	174	*LBL1
007	RCL4	063	RCL5	119	PRTX	175	RCL6
008	÷	064	x	120	RCL0	176	RCL9
009	X=Z	065	RCL7	121	RCL1	177	÷
010	R↓	066	x	122	RCLB	178	RCL0
011	ENT↑	067	RTN	123	RCLC	179	2
012	X²	068	*LBLB	124	PRST	180	0
013	R↑	069	2	125	RTN	181	÷
014	÷	070	GSB0	126	*LBLC	182	1
015	1	071	STOD	127	STOI	183	+
016	+	072	GSB3	128	RCLC	184	x
017	÷	073	x	129	RCLI	185	R↑
018	RCL4	074	STOE	130	X<Y?	186	3
019	x	075	RCL0	131	GT05	187	x
020	STD1	076	RCL1	132	GSB3	188	RCLB
021	9	077	RCLD	133	÷	189	÷
022	0	078	RCLC	134	GSB1	190	1
023	÷	079	PRST	135	GSB3	191	-
024	LSTX	080	RTN	136	x	192	x
025	2	081	*LBL3	137	LSTX	193	2
026	7	082	RCL2	138	EEX	194	.
027	÷	083	RCL3	139	3	195	1
028	X<Y?	084	x	140	÷	196	x
029	X=Z	085	RTN	141	PSE	197	RTN
030	CHS	086	*LBLA	142	X<Y?	198	*LBLB
031	RCL2	087	1	143	X=Z	199	1
032	+	088	GSB0	144	R↑	200	5
033	LSTX	089	STOB	145	RCLB	201	STO2
034	÷	090	GSB1	146	-	202	1
035	R↑	091	1	147	RCLB	203	0
036	1	092	5	148	÷	204	0
037	+	093	x	149	GSB3	205	STO3
038	÷	094	X=Z	150	x	206	EEX
039	RCL1	095	GSB3	151	1	207	5
040	1	096	x	152	5	208	0
041	2	097	EEX	153	÷	209	STO4
042	TK	098	3	154	X<Y?	210	2
043	RCL2	099	÷	155	X=Z	211	7
044	÷	100	R↑	156	PRTX	212	0
045	x	101	2	157	RTN	213	STO5
046	STO0	102	-	158	*LBLD	214	1
047	X²	103	R↑	159	ENT↑	215	STO6
048	5	104	3	160	ENT↑	216	STO7
049	EEX	105	x	161	1	217	STO8
050	3	106	2	162	5	218	5
051	÷	107	-	163	x	219	0
052	1	108	÷	164	GSB3	220	9
053	+	109	x	165	+	221	9
054	1/x	110	EEX	166	RCL1	222	STO9
055	.	111	3	167	X=Z	223	RTN
056	9	112	x	168	÷		



172 points de vente dans 65 pays assurent le service après-vente.

Hewlett-Packard France :

Siège social :

Quartier de Courtabœuf, boîte postale n° 6, 91401 Orsay Cedex, tél. (1) 907 78 25

Agence de Lille :

Centre Vauban, 201, rue Colbert, Entrée A2, 59000 Lille, tél. (20) 51 44 14

Agence de Lyon :

Chemin des Mouilles, boîte postale n° 12, 69130 Ecully, tél. (78) 33 81 25

Agence de Marseille :

Aéroport principal de Marseille-Marignane, 13721 Marignane, tél. (91) 891236

Agence de Rennes :

63, avenue de Rochester, boîte postale 1124, 35014 Rennes Cedex,
tél. (99) 36 33 21

Agence de Strasbourg :

74, allée de la Robertsau, 67000 Strasbourg, tél. (88) 35 23 20/21

Agence de Toulouse :

Péricentre de la Cépière, chemin de la Cépière, 31300 Toulouse - Le Mirail,
tél. (61) 40 11 12

Pour la Belgique :

Hewlett-Packard Benelux S.A., 1, avenue du Col-Vert, 1170 Bruxelles,
tél. (02) 672 22 40

Pour la Suisse romande :

Hewlett-Packard (Schweiz) AG, Chemin Château-Bloc 19, 1219 Le Lignon-Genève,
tél. (022) 96 03 22

Pour les pays du bassin méditerranéen, Afrique du Nord et

Moyen-Orient :

35, Kolokotroni Street – Platia Kefallariou, GR-Kifissia-Athènes, Grèce,
tél. 80 80 337/359/429, 80 81 741/742/743/744 et 80 18 693

Pour l'Autriche/Pour les pays socialistes :

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, boîte postale n° 7,
A-1205 Vienne, Autriche, tél. (0222) 35 16 21 à 32

Pour l'URSS :

Hewlett-Packard Representative Office USSR,
Prokovsky Boulevard 4/17, KV 12, Moscow 101000 URSS, tél. 294-2024

Pour le Canada :

Hewlett-Packard (Canada) Ltd., 275 Hymus Boulevard, Pointe-Claire H9R 1G7,
tél. (514) 697-4232

Hewlett-Packard (Canada) Ltd., 2376 Galvani, Ste-Foy G1N 4G4,
tél. (418) 688-8710

Direction pour l'Europe :

Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, boîte postale,
CH-1217 Meyrin 2-Genève, Suisse, tél. (022) 41 54 00,
dès mars 1977 : tél. (022) 82 70 00