EXEMPLE D'UTILISATION

Version 1.0 – Septembre 1993

TABLE DES MATIERES

1 - Préambule 5

2 - Description de l'ouvrage
Géométrie 7
Résistance 7

3 - Chargements
Charges permanentes 9
Charges d'exploitation 10
Pondération des efforts 11

4 - Calculs
Vérification de la géométrie 13
Calculs de stabilité 13

5 - Interprétation des résultats 15

ANNEXES
Annexe 1 - Ecrans de saisie 17
Annexe 2 - Listing 27
Annexe 3 - Visualisation graphique 93

PREAMBULE

Le présent fascicule présente un exemple simple d'utilisation de VOUTE.

Le fichier de données correspondant est créé lors de l'installation du programme sous le nom EXEMPLE.

Le problème posé est d'étudier la stabilité d'une voûte d'intrados circulaire soumise, en plus des efforts permanents, à deux cas de surcharges de type charges routières règlementaires (fascicule 61 titre III). Vis-à-vis de ce type de charges, il y aurait lieu d'étudier également des chargements répartis sur la chaussée de type A(l) soit en chargeant la voûte entière, soit en ne chargeant qu'une demi-voûte ; on note d'ailleurs que la notion de chargement entre zéros des lignes d'influence n'est pas dans le cas des ouvrages en maçonnerie aisément utilisable.

N'est pas étudiée dans le cadre de ce manuel la stabilité des appuis proprement dit. On se reportera à l'annexe 4 du manuel de référence pour la description de la marche à suivre pour compléter l'étude en ce sens.

DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Géométrie

L'intrados de la voûte est constitué d'un arc de cercle à tangente horizontale à la clé, de 3,5 m de rayon et dont l'ouverture par rapport à la verticale est de 60°. L'intrados est découpé en 14 voussoirs. L'extrados a également un profil circulaire. Il est défini par une épaisseur de 0,4 m à la clé et par une épaisseur de 1,7 m aux reins. L'abscisse correspondante de l'intrados est :

$$X_f = 3,5 \times \sin(60)$$

$$X_f = 3,031 \text{ m}$$

Le coefficient de réduction d'épaisseur est égal à 1.
Les écrans ci-dessous sont donc utilisés pour définir la géométrie.

Résistance

La résistance de la maçonnerie est supposée homogène pour l'ensemble de la voûte. Sa valeur est fixée après essai sur des carottes de grandes dimensions à 5 MPa (soit 5000 kN/m³).

DEFINITION DES CHARGEMENTS

Charges permanentes

Les charges permanentes appliquées à la voûte comprennent :

Le poids propre de la maçonnerie de densité 24 kN/m³

Une charge de remblai.

Le remblai est appliqué de façon symétrique à l'ensemble de l'ouvrage. L'épaisseur de remblai à la clé est de 0,3 m ; compte tenu de la côte de l'extrados, la cote supérieure du remblai est de 4,4 m. Sa densité est de 22 kN/m² . On admet un cœfficient de poussée horizontale de 0,5. Enfin, la charge de remblai s'appliquant à toute la voûte, sa zone d'influence se situe entre les abscisses 0 (pour la clé) et X_f = 4,503 m (4,503 m est l'abscisse de l'extrados aux reins). On aurait pu toutefois ne pas calculer cette dernière valeur en fournissant au programme une valeur quelconque supérieure à 4,503 ; VOUTE ne retenant que les charges situées à la verticale de la maçonnerie.

Un complément de charges permanentes (superstructures, chaussées, ...) supposé appliqué de façon uniforme à l'ensemble de la voûte au niveau supérieur du remblai. Compte tenu de la largeur de l'ouvrage, la densité linéique de cet effort est de 12 kN/m. Il doit être pondéré par 1,35 au même titre que les autres efforts permanents. Cependant, il est introduit de la même façon que les charges roulantes qui doivent être pondérées par 1,6. Par conséquent, la valeur introduite dans les calculs est 12 x 1,35/1,6 = 10,125 kN/m. Le

corps de chaussée et la chaussée augmentent par ailleurs l'épaisseur du "matelas" de répartition des charges roulantes. Après cette correction, l'épaisseur à la clé retenue pour la répartition des efforts longitudinaux est de 0,56 m.

Charges d'exploitation

On considère deux cas de chargement :

- un essieu de type Bt situé symétriquement par rapport à la clé,
- un chargement de type camion Bc chargeant seulement la demi-voûte de droite. L'essieu arrière est situé à 0,675 m de la clé, de façon à ce que le chargement après diffusion à travers le remblai atteigne tout juste la clé.

Vis-à-vis des conditions d'application du fascicule 61 Titre III, on adopte les éléments suivants :

- pont de 2ème classe
- deux voies chargées
- bc = 1, bt = 0,9
- majoration dynamique (avec G très grand) = 1,15

Bt symétrique

Au niveau de la chaussée, le chargement est constitué de 2 forces verticales de 320 kN situé à 0,675 m de la clé. Transversalement les efforts sont diffusés sur une largeur de 6 m (limitée à la largeur de la voûte). Longitudinalement, les efforts se répartissent sur 0,25 + 2 x 0,56 = 1,37 m. La densité linéique de charge est donc :

$$q = \frac{2 \times 160}{6 \times 1,37} \times 0,9 \times 1,15 = 40,3 \text{ kN/m}$$

Elle intéresse une zone comprise entre les abscisses 0 et 1,37 m (pour une demi-voûte).

Charges Bc

Seuls les essieux arrières chargent l'ouvrage. Transversalement, les charges de chaque essieu sont réparties sur une largeur de 4,75 + 2 x 0,56 = 5,87 m.
Longitudinalement, la répartition des efforts se fait toujours sur 0,25 + 2 x 0,56 = 1,37 m. Chaque essieu apporte donc une charge de :

$$q = \frac{2 \times 120}{5,07 \times 1,37} \times 1,15$$

$$q = 34,4 \quad kN/m$$

La zone d'action de l'essieu le plus près de la clé va donc de 0 m à 1,37 m. Pour le deuxième essieu, cette zone va de 1,50 m à 2,87 m.

Pondération des efforts

Les charges permanentes sont pondérées par 1,35 et les charges roulantes par 1,6. On fait ici l'hypothèse que la poussée du remblai a un effet défavorable. Un deuxième calcul montre d'ailleurs que la poussée du remblai a une très faible incidence sur le cœfficient de rupture et que la pondération par 1 de la charge de remblai conduit à des cœfficients de rupture plus forts.

CALCULS

Vérification de la géométrie

La sortie sur traceur de la géométrie (correspondant à l'option Calculs/Vérification de la Géométrie/Traceur du même principal) permet de vérifier que la géométrie a été introduite correctement.

Calcul de stabilité

Le calcul de stabilité pour les deux chargements dure environ deux minutes sur un PC AT 286 cadencé à 12 Mhz et équipé d'un coprocesseur arithmétique.

INTERPRETATION DES RESULTATS

Le listing complet de calcul est joint en annexe. On y trouve également le tracé de lignes de pression caractéristiques. Globalement, on constate que le chargement le plus défavorable est le chargement n° 1 avec un cœfficient de rupture de 5,26 contre un cœfficient de 6,72 pour le chargement de type Bc dissymétrique.

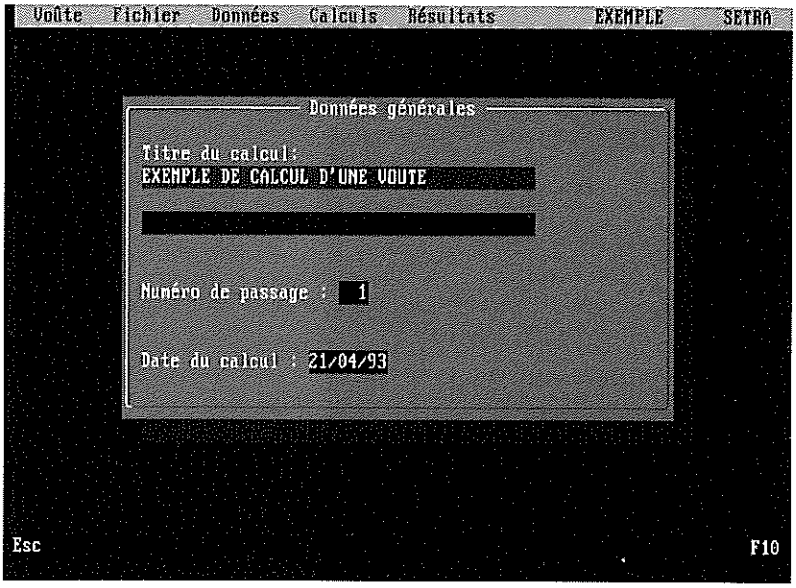
On aurait pu vérifier que, à vide, le cœfficient de rupture est de 13,22, soit une influence importante des charges d'exploitation. Dans la pratique, le calcul sous charges permanentes doit être fait de façon systématique. En ce qui concerne les risques de rupture par effort tranchant, les valeurs de glissement sont 0,22 et 0,19 respectivement pour les chargements 1 et 2. Ces valeurs sont suffisamment éloignées de la limite de 0,5 (angle de frottement de COULOMB de 27°) pour admettre que l'effort tranchant a une incidence négligeable.

L'étude conclut donc à une stabilité de la voûte (cœfficient de rupture supérieur à la valeur admissible de 3) vis-à-vis des cas de chargements étudiés.
La stabilité longitudinale de l'ouvrage imposerait toutefois une vérification de la stabilité des appuis.

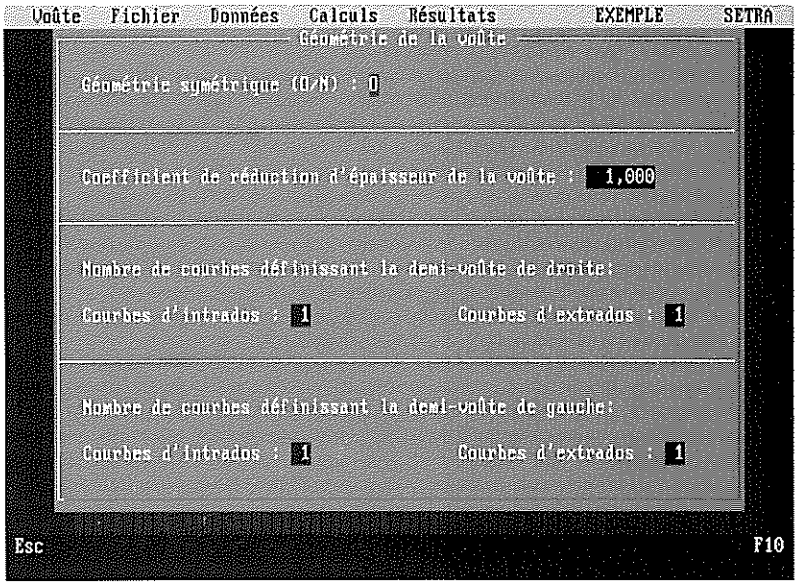
A cet effet, le listing fournit également les réactions d'appuis, notamment pour la ligne de pression optimale (Cf dernière page du listing). La stabilité des appuis comprend la résistance propre des appuis sous l'effet des réactions d'appui des voûtes et de leur propre poids. Elle comprend également la résistance des fondations superficielle ou sur pieux de ces appuis.

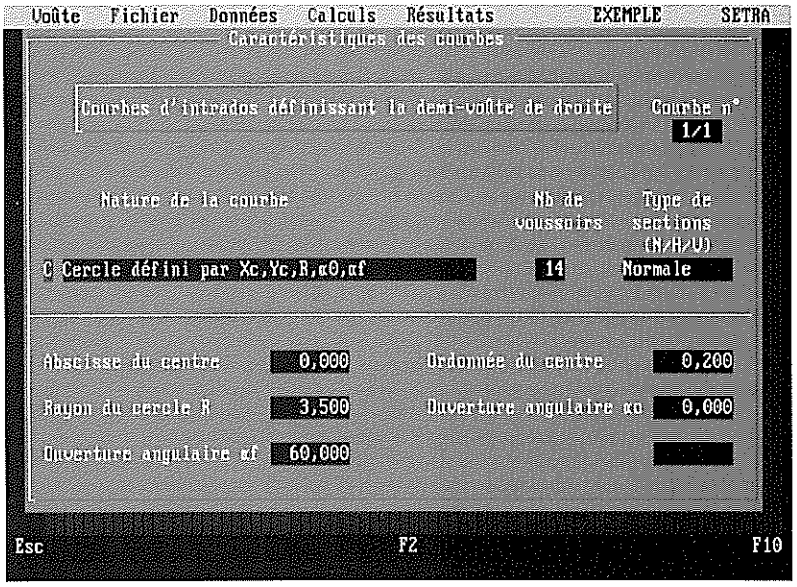
ECRANS DE SAISIE

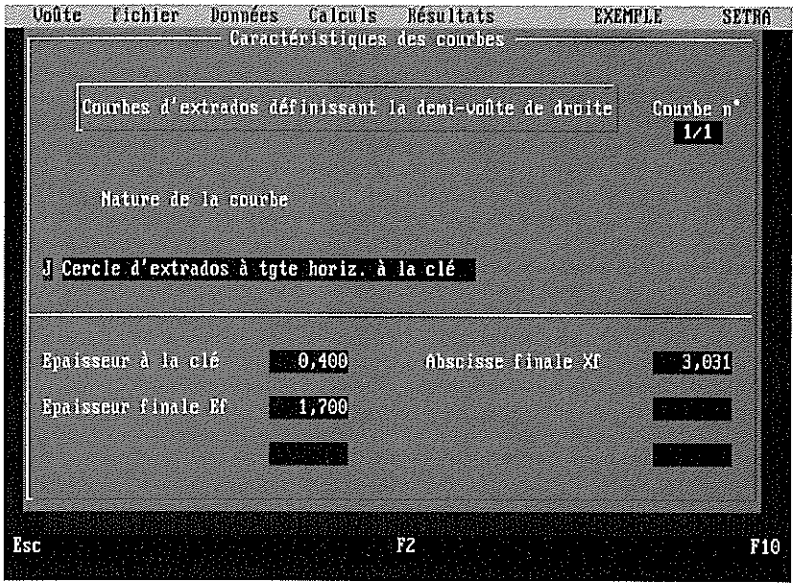
Données Générales



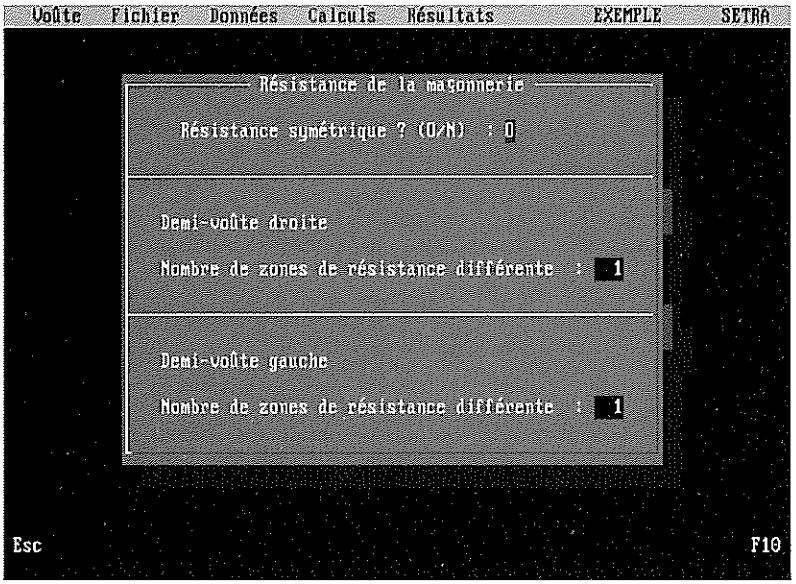
Définition de la géométrie

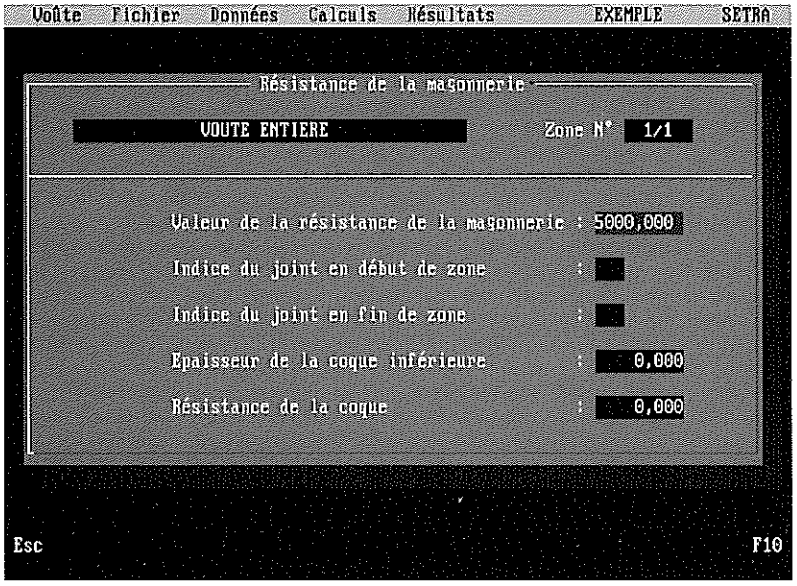




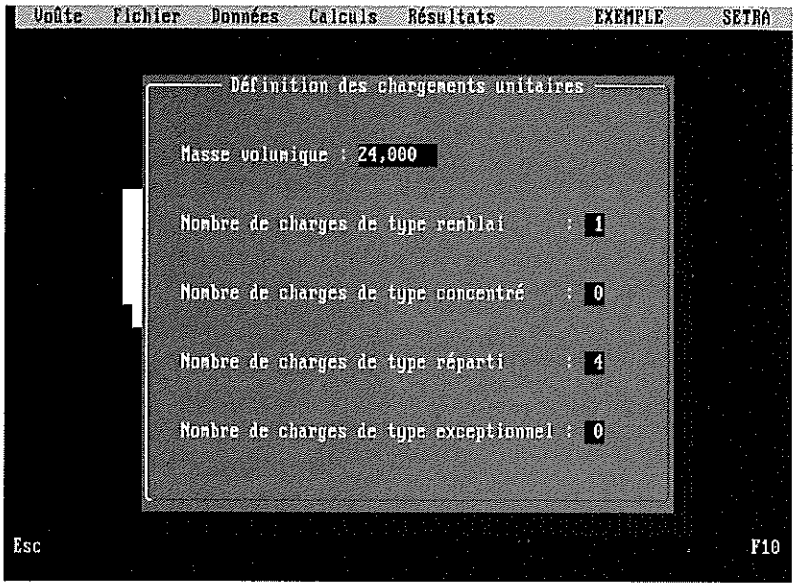

Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Caractéristiques des courbes
Courbes d'extrados définissant la demi-voûte de droite
Courbe n°
1/1
Nature de la courbe
J Cercle d'extrados à tgte horiz. à la clé
Epaisseur à la clé
0,400
Abscisse finale Xf
3,031
Epaisseur finale Ef
1,700
Esc
F2
F10

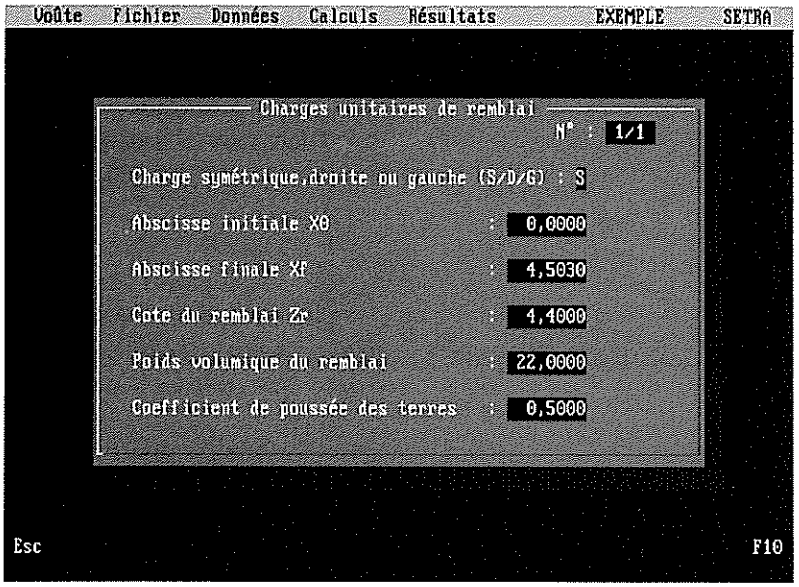
Définition de la résistance du matériau

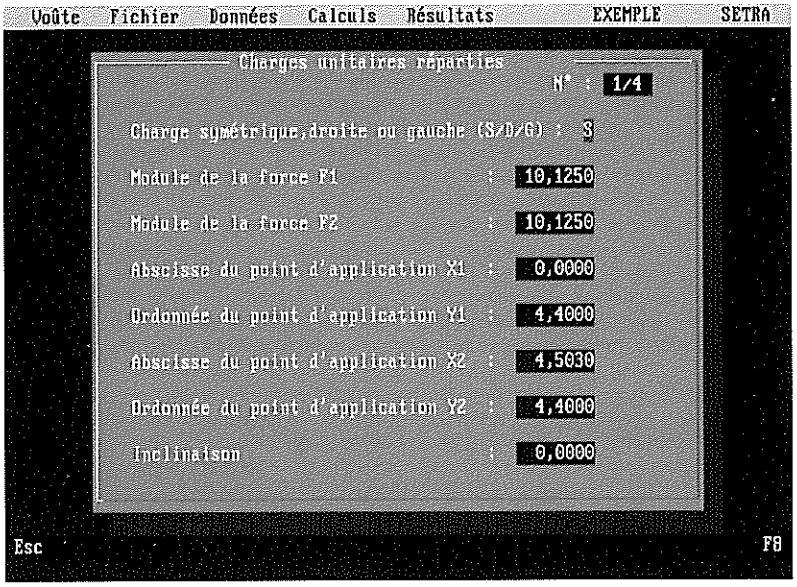


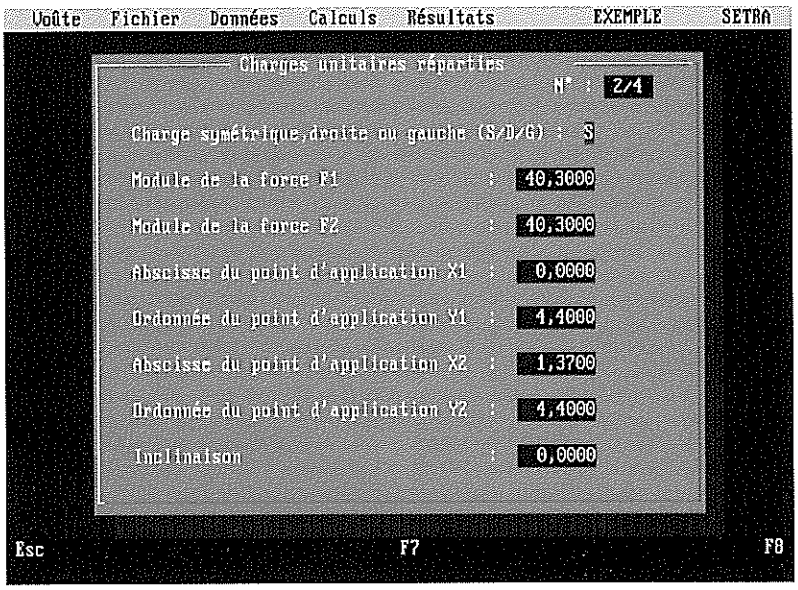


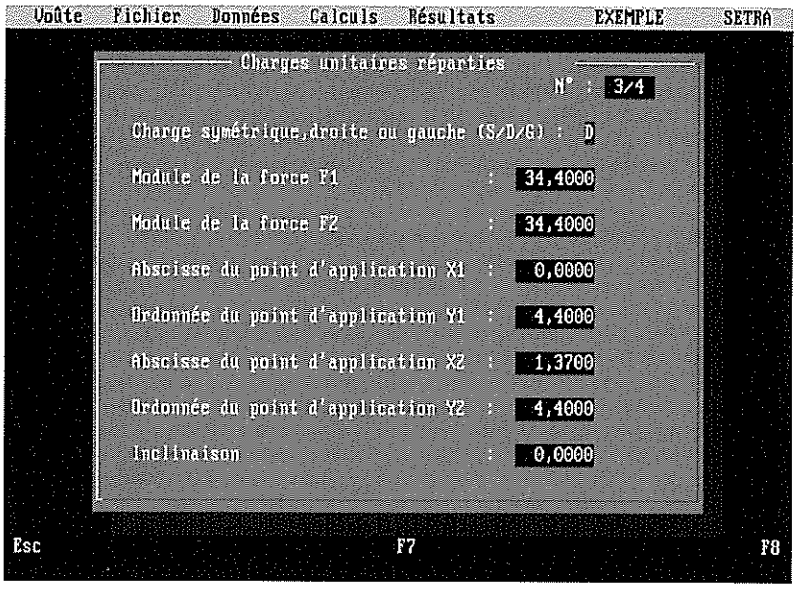
Définition des actions unitaires

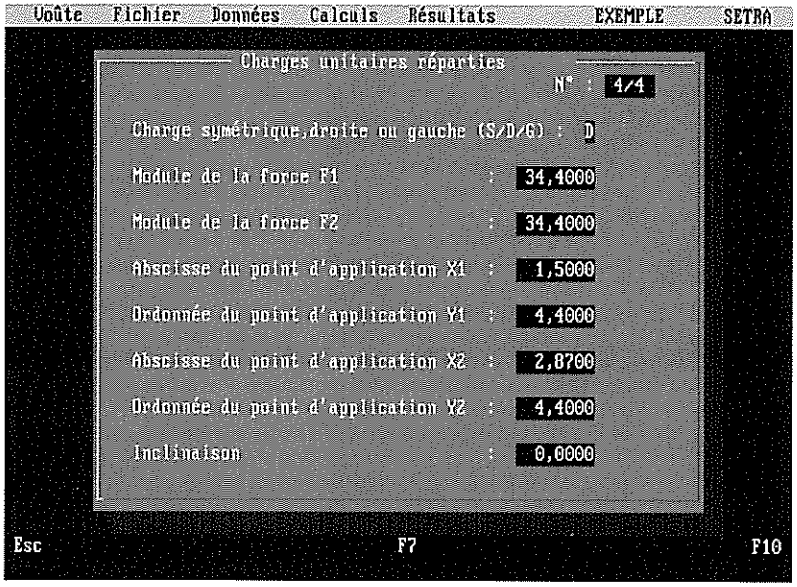




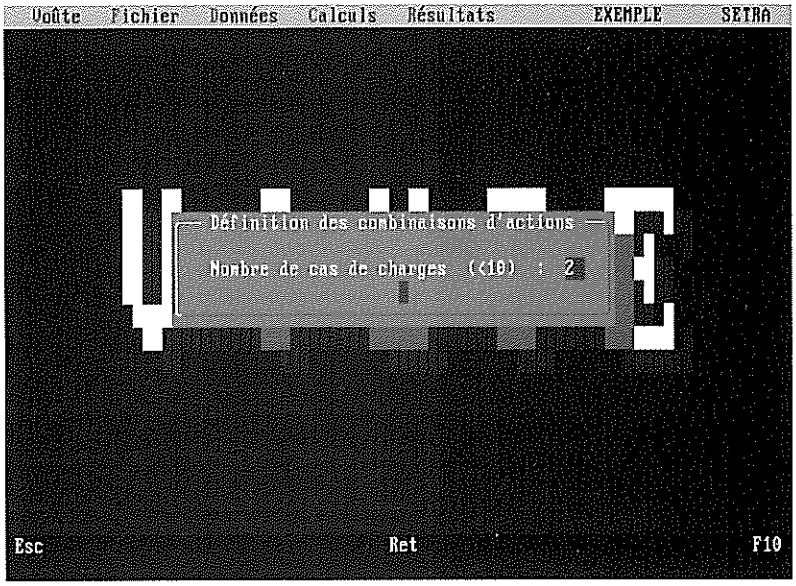

Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Charges unitaires réparties
N° : 1/4
Charge symétrique,droite ou gauche (S/D/G) : S
Module de la force F1 : 10,1250
Module de la force F2 : 10,1250
Abscisse du point d'application X1 : 0,0000
Ordonnée du point d'application Y1 : 4,4000
Abscisse du point d'application X2 : 4,5030
Ordonnée du point d'application Y2 : 4,4000
Inclinaison : 0,0000
Esc
F8

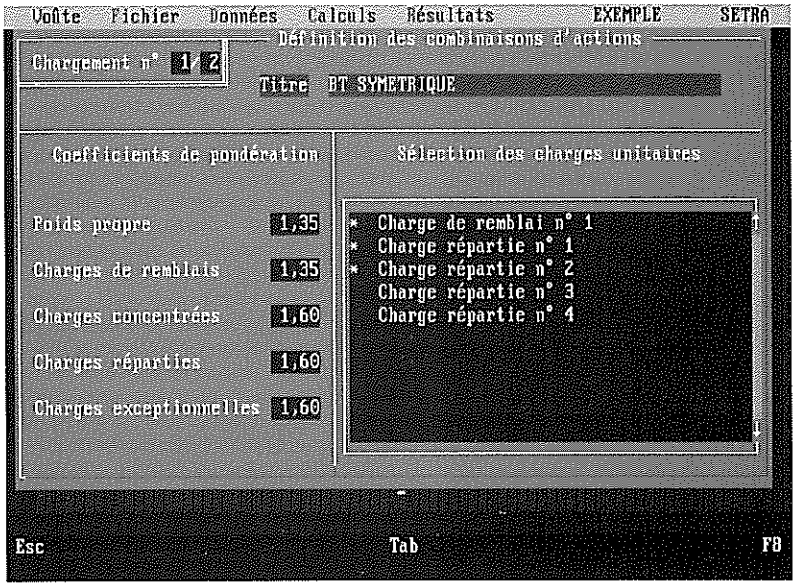

Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Charges unitaires réparties
N° : 2/4
Charge symétrique,droite ou gauche (S/D/G) : S
Module de la force F1 : 40,3000
Module de la force F2 : 40,3000
Abscisse du point d'application X1 : 0,0000
Ordonnée du point d'application Y1 : 4,4000
Abscisse du point d'application X2 : 1,3700
Ordonnée du point d'application Y2 : 4,4000
Inclinaison : 0,0000
Esc
F7
F8

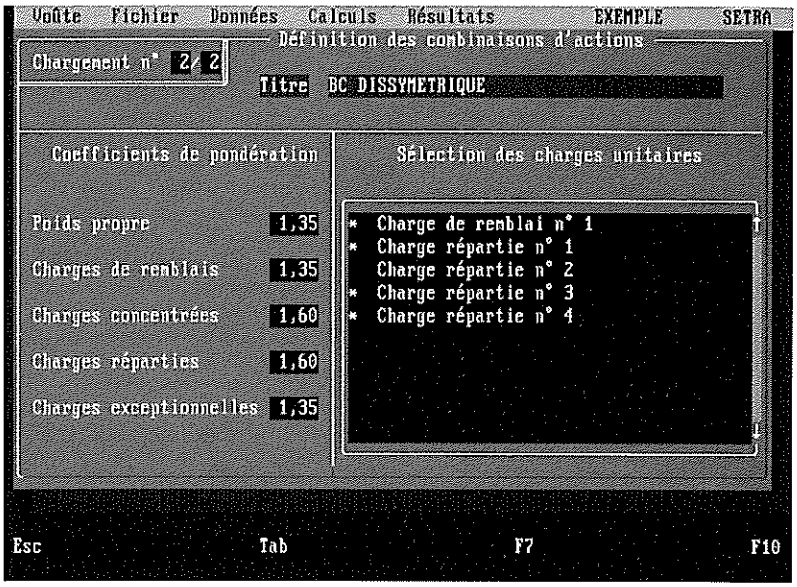

Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Charges unitaires réparties
N° : 3/4
Charge symétrique,droite ou gauche (S/D/G) : D
Module de la force F1 : 34,4000
Module de la force F2 : 34,4000
Abscisse du point d'application X1 : 0,0000
Ordonnée du point d'application Y1 : 4,4000
Abscisse du point d'application X2 : 1,3700
Ordonnée du point d'application Y2 : 4,4000
Inclinaison : 0,0000
Esc
F7
F8


Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Charges unitaires réparties
N° : 4/4
Charge symétrique,droite ou gauche (S/D/G) : D
Module de la force F1 : 34,4000
Module de la force F2 : 34,4000
Abscisse du point d'application X1 : 1,5000
Ordonnée du point d'application Y1 : 4,4000
Abscisse du point d'application X2 : 2,8700
Ordonnée du point d'application Y2 : 4,4000
Inclinaison : 0,0000
Esc
F7
F10

Définition des combinaisons d'actions






Voûte Fichier Données Calculs Résultats EXEMPLE SETRA
Définition des combinaisons d'actions
Chargement n° 2 2
Titre BC DISSYMETRIQUE
Coefficients de pondération
Poids propre 1,35
Charges de remblais 1,35
Charges concentrées 1,60
Charges réparties 1,60
Charges exceptionnelles 1,35
Sélection des charges unitaires
* Charge de remblai n° 1
* Charge répartie n° 1
Charge répartie n° 2
* Charge répartie n° 3
* Charge répartie n° 4
Esc
Tab
F7
F10

LISTING

```
SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
----------------------------------------------------
              C.I.T.S. + C.T.O.A.


 ****       ****    *******   ***   ***   *********   *********
 * *       * *     * *** *   * *   * *   **** ****   *  ******
  * *     * *      * * * *   * *   * *      * *      *  *
   * * * * *       * * * *   * *   * *      * *      *  ****
    * * *          * * * *   * *   * *      * *      *  *
     * *           * *** *   * ***** *      * *      *  ******
      ***          *******    *******      ***      *********


                CALCUL A LA RUPTURE DES VOUTES
                ------------------------------


      ***************************************************
      *                                                 *
      *     EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE               *
      *                                                 *
      *                                                 *
      *    1                                 21-04-93   *
      *                                                 *
      ***************************************************
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
PAGE 1

VOUTE SYMETRIQUE:DONNEES DE LA GEOMETRIE

NOMBRE DE COURBES INTRADOS : 1
NOMBRE DE COURBES EXTRADOS : 1

INTRADOS

CERCLE	CENTRE		RAYON	OUVERTURE		NOMBRE	NATURE
	ABSCISSE	ORDONNEE		INITIALE	FINALE	DE VOUSSOIRS	DES JOINTS
	.000	.200	3.500	.000	60.000	15	0

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
PAGE 2

EXTRADOS

CERCLE A TGTE HORIZONTALE A LA CLE DEFINI PAR 2 EPAISSEURS

EPAISSEUR A LA CLE	ABSCISSE	EPAISSEUR
.400	3.031	1.700

CETTE COURBE EST PROLONGEE JUSQU'AU BOUT
LA CORRECTION CORRESPONDANTE EST SOIT PRISE EN COMPTE CI-DESSUS, SOIT PRESENTEE A LA RUBRIQUE *COURBES TRAITEES*.

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
PAGE 3

COURBES TRAITEES

CERCLE	CENTRE		RAYON	OUVERTURE		NUMERO
	ABSCISSE	ORDONNEE		INITIALE	FINALE	
	.000	-4.350	8.450	.000	32.204	1

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
PAGE 4

VOUTE SYMETRIQUE:GEOMETRIE DE CALCUL

DECOUPAGE DE LA DEMI-VOUTE

JOINT N0	POINTS D'EXTRADOS N0	ABSCISSE	ORDONNEE	POINTS D'INTRADOS N0	ABSCISSE	ORDONNEE	EPAISSEUR DU JOINT	VOUSSOIR N0	LONGUEUR DES SEGMENTS D'INTRADOS
0	1	.000	4.100	2	.000	3.700	.400		
								1	.000
1	3	.000	4.100	4	.000	3.700	.400		
								2	.262
2	5	.292	4.095	6	.262	3.690	.406		
								3	.262
3	7	.585	4.080	8	.522	3.661	.424		
								4	.262
4	9	.880	4.054	10	.779	3.612	.453		
								5	.262
5	11	1.178	4.018	12	1.032	3.545	.495		
								6	.262
6	13	1.479	3.969	14	1.279	3.458	.549		
								7	.262
7	15	1.786	3.909	16	1.519	3.353	.617		
								8	.262
8	17	2.099	3.835	18	1.750	3.231	.698		
								9	.262
9	19	2.418	3.747	20	1.972	3.092	.793		
								10	.262
10	21	2.745	3.642	22	2.182	2.936	.902		
								11	.262
11	23	3.079	3.519	24	2.381	2.766	1.027		

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
PAGE 5

SUITE DE LA GEOMETRIE

DECOUPAGE DE LA DEMI-VOUTE

JOINT N0	POINTS D'EXTRADOS N0	ABSCISSE	ORDONNEE	POINTS D'INTRADOS N0	ABSCISSE	ORDONNEE	EPAISSEUR DU JOINT	VOUSSOIR N0	LONGUEUR DES SEGMENTS D'INTRADOS
12	25	3.423	3.376	26	2.566	2.581	1.169		
								13	.262
13	27	3.775	3.210	28	2.736	2.382	1.328		
								14	.262
14	29	4.135	3.019	30	2.892	2.172	1.505		
								15	.262
15	31	4.503	2.800	32	3.031	1.950	1.700		

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                        -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                    PAGE   6
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------


    *RAPPEL DES DONNEES DU CHARGEMENT.
    ----------------------------------


        POIDS PROPRE(DENSITE):       .              240D+02
        COEFFICIENT DE REDUCTION D'EPAISSEUR:      .100D+01


      CHARGEMENT SYMETRIQUE(POUR UNE DEMI-VOUTE).
      -------------------------------------------


      FORCES REPARTIES===>     NOMBRE:      2
      ----------------

      MODULE          MODULE          ABSCISSE        ORDONNEE        ABSCISSE        ORDONNEE        INCLINAISON
      INITIAL         FINAL           INITIALE        INITIALE        FINALE          FINALE
      ------          ------          --------        --------        --------        --------        -----------

      .101D+02        .101D+02        .000D+00        .440D+01        .450D+01        .440D+01        .000D+00
      .403D+02        .403D+02        .000D+00        .440D+01        .137D+01        .440D+01        .000D+00


      REMBLAIS===>             NOMBRE:      1
      --------

      ABSCISSE        ABSCISSE        COTE            DENSITE         COEFFICIENT DE POUSSEE
      INITIALE        FINALE
      --------        --------        --------        -------         ----------------------

      .000D+00        .450D+01        .440D+01        .220D+02        .500D+00
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 7

*EDITION DES EFFORTS POUR UNE DEMI-VOUTE.

*POIDS PROPRE

	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS			EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE		
VOUSSOIR NUMERO	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.204D-02	.218D-06	.000D+00	.204D-02	.218D-06
2	.000D+00	.267D+01	.371D+00	.000D+00	.267D+01	.371D+00
3	.000D+00	.275D+01	.115D+01	.000D+00	.542D+01	.152D+01
4	.000D+00	.292D+01	.203D+01	.000D+00	.834D+01	.354D+01
5	.000D+00	.317D+01	.308D+01	.000D+00	.115D+02	.662D+01
6	.000D+00	.352D+01	.439D+01	.000D+00	.150D+02	.110D+02
7	.000D+00	.396D+01	.603D+01	.000D+00	.190D+02	.170D+02
8	.000D+00	.451D+01	.810D+01	.000D+00	.235D+02	.251D+02
9	.000D+00	.517D+01	.107D+02	.000D+00	.287D+02	.358D+02
10	.000D+00	.596D+01	.140D+02	.000D+00	.346D+02	.498D+02
11	.000D+00	.689D+01	.180D+02	.000D+00	.415D+02	.678D+02
12	.000D+00	.797D+01	.230D+02	.000D+00	.495D+02	.908D+02
13	.000D+00	.923D+01	.291D+02	.000D+00	.587D+02	.120D+03
14	.000D+00	.107D+02	.365D+02	.000D+00	.694D+02	.156D+03
15	.000D+00	.124D+02	.456D+02	.000D+00	.818D+02	.202D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 8

*FORCES REPARTIES

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS: FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE: FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.113D-01	.127D-05	.000D+00	.113D-01	.127D-05
2	.000D+00	.147D+02	.215D+01	.000D+00	.147D+02	.215D+01
3	.000D+00	.148D+02	.647D+01	.000D+00	.295D+02	.862D+01
4	.000D+00	.149D+02	.109D+02	.000D+00	.444D+02	.195D+02
5	.000D+00	.150D+02	.155D+02	.000D+00	.594D+02	.350D+02
6	.000D+00	.108D+02	.139D+02	.000D+00	.702D+02	.489D+02
7	.000D+00	.311D+01	.507D+01	.000D+00	.733D+02	.540D+02
8	.000D+00	.317D+01	.615D+01	.000D+00	.765D+02	.601D+02
9	.000D+00	.323D+01	.730D+01	.000D+00	.797D+02	.674D+02
10	.000D+00	.331D+01	.854D+01	.000D+00	.830D+02	.760D+02
11	.000D+00	.339D+01	.987D+01	.000D+00	.864D+02	.858D+02
12	.000D+00	.347D+01	.113D+02	.000D+00	.899D+02	.971D+02
13	.000D+00	.356D+01	.128D+02	.000D+00	.934D+02	.110D+03
14	.000D+00	.365D+01	.144D+02	.000D+00	.971D+02	.124D+03
15	.000D+00	.373D+01	.161D+02	.000D+00	.101D+03	.140D+03

*REMBLAIS

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.983D-08	.148D-02	.126D-06	-.983D-08	.148D-02	.126D-06
2	-.168D-01	.194D+01	.215D+00	-.168D-01	.194D+01	.215D+00
3	-.523D-01	.201D+01	.669D+00	-.691D-01	.395D+01	.884D+00
4	-.940D-01	.216D+01	.120D+01	-.163D+00	.610D+01	.208D+01
5	-.146D+00	.238D+01	.186D+01	-.309D+00	.848D+01	.395D+01
6	-.215D+00	.269D+01	.273D+01	-.524D+00	.112D+02	.668D+01
7	-.306D+00	.310D+01	.387D+01	-.831D+00	.143D+02	.105D+02
8	-.429D+00	.362D+01	.539D+01	-.126D+01	.179D+02	.159D+02
9	-.593D+00	.427D+01	.741D+01	-.185D+01	.222D+02	.233D+02
10	-.814D+00	.506D+01	.101D+02	-.267D+01	.272D+02	.334D+02
11	-.111D+01	.603D+01	.136D+02	-.378D+01	.333D+02	.470D+02
12	-.150D+01	.718D+01	.182D+02	-.527D+01	.404D+02	.653D+02
13	-.202D+01	.856D+01	.242D+02	-.729D+01	.490D+02	.894D+02
14	-.270D+01	.102D+02	.319D+02	-.999D+01	.592D+02	.121D+03
15	-.359D+01	.120D+02	.417D+02	-.136D+02	.712D+02	.163D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 10

*COEFFICIENTS DE PONDERATION

POIDS PROPRE : 1.35
FORCES CONCENTREES : 1.60
FORCES REPARTIES : 1.60
REMBLAIS : 1.35
FORCES EXCEPTIONNELLES: 1.60

*EDITION DES EFFORTS GLOBAUX (POUR UNE DEMI-VOUTE).

	EFFORTS APPLIQUES AU VOUSSOIR			EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE		
VOUSSOIR NUMERO	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.133D-07	.229D-01	.250D-05	-.133D-07	.229D-01	.250D-05
2	-.227D-01	.297D+02	.423D+01	-.227D-01	.298D+02	.423D+01
3	-.706D-01	.301D+02	.128D+02	-.933D-01	.598D+02	.170D+02
4	-.127D+00	.306D+02	.218D+02	-.220D+00	.905D+02	.388D+02
5	-.198D+00	.315D+02	.314D+02	-.418D+00	.122D+03	.702D+02
6	-.290D+00	.257D+02	.319D+02	-.708D+00	.148D+03	.102D+03
7	-.413D+00	.145D+02	.215D+02	-.112D+01	.162D+03	.124D+03
8	-.579D+00	.160D+02	.280D+02	-.170D+01	.178D+03	.152D+03
9	-.801D+00	.179D+02	.361D+02	-.250D+01	.196D+03	.188D+03
10	-.110D+01	.202D+02	.461D+02	-.360D+01	.216D+03	.234D+03
11	-.150D+01	.229D+02	.585D+02	-.510D+01	.239D+03	.292D+03
12	-.202D+01	.260D+02	.737D+02	-.712D+01	.265D+03	.366D+03
13	-.272D+01	.297D+02	.925D+02	-.984D+01	.295D+03	.459D+03
14	-.364D+01	.340D+02	.115D+03	-.135D+02	.329D+03	.574D+03
15	-.485D+01	.389D+02	.144D+03	-.183D+02	.368D+03	.717D+03

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                              -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                          PAGE  11
-------------------------------------------------------------------------------------------------


    *IMPRESSION DES PARAMETRES DE CALCUL SYMETRIQUE
    -----------------------------------------------


    *ETAPES DU CALCUL
    -----------------


         CALCUL DIRECT DES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE
         RECHERCHE DU DOMAINE DE STABILITE EN TRACTION ET DE SES LIGNES CARACTERISTIQUES
            NOMBRE DE POINTS DE CALCUL A LA CLE:   21


         CALCUL DU COEFFICIENT DE RUPTURE FM
            PRECISION DU CALCUL SUR Z  :  1000.
            PRECISION DU CALCUL SUR H  :100000.
         RECHERCHE DES LIGNES CARACTERISTIQUES DU DOMAINE DE STABILITE EN COMPRESSION
```

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                        -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                    PAGE  12
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------


    *DEROULEMENT DU CALCUL
    ----------------------

       CALCUL DIRECT DES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE

         LA VOUTE EST STABLE VIS A VIS DU CRITERE DE TRACTION

         CARACTERISTIQUES DES LIGNES CALCULEES
              COTE A LA CLE          :     .410D+01          .370D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :    -.100D+01          .100D+01
              POUSSEE HORIZONTALE    :     .197D+03          .986D+03
              JOINT FAIBLE INTRADOS  :   0                 0
              JOINT FAIBLE EXTRADOS  :   0                15

       CALCUL DES LIGNES CARACTERISTIQUES DU DOMAINE DE STABILITE EN TRACTION


         LA LIGNE DE COTE MAXIMALE PASSE EN HAUT DE FUSEAU.
         LES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE A CETTE COTE ONT LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
              COTE A LA CLE          :     .410D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :    -.100D+01
              POUSSEE MINIMALE       :     .197D+03
              POUSSEE MAXIMALE       :     .683D+03

         LA LIGNE HMIN DE POUSSEE MINIMALE EST LA LIGNE DE COTE MAXIMALE ET DE POUSSEE MINIMALE ZMAX*HMIN

         LA LIGNE DE COTE MINIMALE PASSE EN BAS DE FUSEAU.
         LES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE A CETTE COTE ONT LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
              COTE A LA CLE          :     .370D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :     .100D+01
              POUSSEE MINIMALE       :     .356D+03
              POUSSEE MAXIMALE       :     .986D+03
```

CALCUL DU DOMAINE DE STABILITE EN TRACTION DE FACON DISCRETE

COTE	POUSSEE MINIMALE	POUSSEE MAXIMALE	
.410D+01	.197D+03	.683D+03	***
.408D+01	.200D+03	.694D+03	***
.406D+01	.203D+03	.705D+03	***
.404D+01	.206D+03	.716D+03	***
.402D+01	.210D+03	.728D+03	***
.400D+01	.214D+03	.740D+03	***
.398D+01	.218D+03	.752D+03	***
.396D+01	.222D+03	.765D+03	***
.394D+01	.227D+03	.779D+03	***
.392D+01	.231D+03	.793D+03	***
.390D+01	.237D+03	.807D+03	***
.388D+01	.243D+03	.822D+03	***
.386D+01	.249D+03	.837D+03	***
.384D+01	.256D+03	.854D+03	***
.382D+01	.263D+03	.870D+03	***
.380D+01	.272D+03	.888D+03	***
.378D+01	.282D+03	.906D+03	***
.376D+01	.293D+03	.925D+03	***
.374D+01	.308D+03	.944D+03	***
.372D+01	.324D+03	.965D+03	***
.370D+01	.356D+03	.986D+03	***

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                   -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                PAGE  14
-------------------------------------------------------------------------------------------------------


    *DEROULEMENT DU CALCUL:SUITE
    ----------------------------

       CALCUL DE LA LIGNE OPTIMALE VIS-A-VIS DU CRITERE DE TRACTION-COMPRESSION
         COEFFICIENT DE RUPTURE FM    :      .5264D+01

         LA LIGNE OPTIMALE(RESPECTANT AU MIEUX CE CRITERE)A LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
              COTE A LA CLE           :      .391D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE   :     -.722D-01
              POUSSEE HORIZONTALE     :      .353D+03

         LIGNE DE COTE MAXIMALE ZMAX
              COTE A LA CLE           :      .408D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE   :     -.896D+00
              POUSSEE MINIMALE        :      .208D+03
              POUSSEE MAXIMALE        :      .208D+03


         LIGNE DE COTE MINIMALE ZMIN
              COTE A LA CLE           :      .374D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE   :      .819D+00
              POUSSEE MINIMALE        :      .362D+03
              POUSSEE MAXIMALE        :      .362D+03


         LA LIGNE DE POUSSEE MINIMALE CALCULEE A ETE RAMENEE A LA LIGNE DE COTE MAXIMALE ZMAX*HMIN

         LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE HMAX
              COTE A LA CLE           :      .378D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE   :      .577D+00
              POUSSEE HORIZONTALE     :      .847D+03
```

LIGNE DE POUSSEE MINIMALE A LA COTE MAXIMALE ZMAX*HMIN:CRITERE DE TRACTION

CETTE LIGNE EST LA LIGNE DE POUSSEE MINIMALE

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.197D+03	.000D+00	-.394D+02	.000D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.197D+03	-.115D-01	-.394D+02	-.585D-04	-.100D+01	.195D+07	.500D+04
2	.199D+03	-.150D+02	-.370D+02	-.753D-01	-.916D+00	.117D+01	.500D+04
3	.204D+03	-.298D+02	-.296D+02	-.146D+00	-.685D+00	.306D+00	.500D+04
4	.212D+03	-.444D+02	-.172D+02	-.209D+00	-.358D+00	.146D+00	.500D+04
5	.224D+03	-.586D+02	.116D+00	-.262D+00	.209D-02	.906D-01	.500D+04
6	.237D+03	-.657D+02	.228D+02	-.278D+00	.351D+00	.133D+00	.500D+04
7	.247D+03	-.611D+02	.480D+02	-.247D+00	.630D+00	.216D+00	.500D+04
8	.258D+03	-.567D+02	.736D+02	-.219D+00	.817D+00	.405D+00	.500D+04
9	.271D+03	-.525D+02	.100D+03	-.193D+00	.931D+00	.988D+00	.500D+04
10	.286D+03	-.485D+02	.127D+03	-.169D+00	.987D+00	.481D+01	.500D+04
11	.303D+03	-.448D+02	.156D+03	-.147D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
12	.324D+03	-.411D+02	.186D+03	-.127D+00	.982D+00	.305D+01	.500D+04
13	.347D+03	-.375D+02	.217D+03	-.108D+00	.942D+00	.896D+00	.500D+04
14	.375D+03	-.336D+02	.250D+03	-.896D-01	.886D+00	.438D+00	.500D+04
15	.408D+03	-.291D+02	.285D+03	-.714D-01	.821D+00	.268D+00	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                  -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                PAGE  16
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ---------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT                6         .278D+00

 COMPRESSION              11    INFINI


 REACTION D'APPUI
      MODULE           POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .409D+03         .316D+01         .203D+01         .259D+02

 JOINTS FAIBLES =====>     11 I       0 E
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 17

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE A LA COTE MAXIMALE ZMAX*HMAX:CRITERE DE TRACTION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.683D+03	.000D+00	-.137D+03	.000D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.683D+03	.164D-01	-.137D+03	.241D-04	-.100D+01	.854D+08	.500D+04
2	.683D+03	.213D+02	-.138D+03	.312D-01	-.993D+00	.504D+02	.500D+04
3	.684D+03	.426D+02	-.141D+03	.623D-01	-.974D+00	.125D+02	.500D+04
4	.686D+03	.637D+02	-.147D+03	.929D-01	-.945D+00	.551D+01	.500D+04
5	.688D+03	.846D+02	-.155D+03	.123D+00	-.909D+00	.306D+01	.500D+04
6	.689D+03	.112D+03	-.165D+03	.162D+00	-.871D+00	.194D+01	.500D+04
7	.685D+03	.150D+03	-.180D+03	.219D+00	-.851D+00	.149D+01	.500D+04
8	.679D+03	.186D+03	-.202D+03	.274D+00	-.852D+00	.131D+01	.500D+04
9	.673D+03	.221D+03	-.231D+03	.329D+00	-.865D+00	.126D+01	.500D+04
10	.666D+03	.254D+03	-.267D+03	.382D+00	-.887D+00	.131D+01	.500D+04
11	.660D+03	.286D+03	-.309D+03	.433D+00	-.913D+00	.148D+01	.500D+04
12	.654D+03	.315D+03	-.359D+03	.482D+00	-.940D+00	.185D+01	.500D+04
13	.650D+03	.342D+03	-.416D+03	.526D+00	-.964D+00	.274D+01	.500D+04
14	.649D+03	.368D+03	-.481D+03	.567D+00	-.985D+00	.573D+01	.500D+04
15	.651D+03	.392D+03	-.553D+03	.602D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE              -                                  -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                          PAGE  18
-------------------------------------------------------------------------------------------------

SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ----------------------------------------------------------------------

 GLISSEMENT              15        .602D+00

 COMPRESSION             15   INFINI

 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .760D+03        .450D+01        .280D+01        .610D+02

 JOINTS FAIBLES ======>     0 E     15 E
```

LIGNE DE POUSSEE MINIMALE A LA COTE MINIMALE ZMIN*HMIN:CRITERE DE TRACTION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.356D+03	.000D+00	.711D+02	.000D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.356D+03	-.241D-02	.711D+02	-.677D-05	.100D+01	INFINI	.500D+04
2	.357D+03	-.312D+01	.724D+02	-.874D-02	.100D+01	.305D+04	.500D+04
3	.360D+03	-.618D+01	.763D+02	-.172D-01	.999D+00	.193D+03	.500D+04
4	.367D+03	-.914D+01	.827D+02	-.249D-01	.996D+00	.389D+02	.500D+04
5	.375D+03	-.119D+02	.918D+02	-.317D-01	.988D+00	.127D+02	.500D+04
6	.384D+03	-.784D+01	.104D+03	-.204D-01	.984D+00	.852D+01	.500D+04
7	.390D+03	.765D+01	.116D+03	.196D-01	.964D+00	.355D+01	.500D+04
8	.396D+03	.226D+02	.126D+03	.570D-01	.913D+00	.131D+01	.500D+04
9	.402D+03	.368D+02	.134D+03	.915D-01	.843D+00	.647D+00	.500D+04
10	.410D+03	.503D+02	.141D+03	.123D+00	.763D+00	.383D+00	.500D+04
11	.420D+03	.630D+02	.146D+03	.150D+00	.679D+00	.254D+00	.500D+04
12	.431D+03	.750D+02	.150D+03	.174D+00	.596D+00	.182D+00	.500D+04
13	.446D+03	.864D+02	.153D+03	.194D+00	.516D+00	.139D+00	.500D+04
14	.464D+03	.973D+02	.154D+03	.210D+00	.441D+00	.110D+00	.500D+04
15	.487D+03	.108D+03	.154D+03	.222D+00	.371D+00	.911D-01	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                   -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                PAGE  20
-------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ----------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT              15        .222D+00

 COMPRESSION              1   INFINI


 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .499D+03        .349D+01        .222D+01        .425D+02

 JOINTS FAIBLES ======>     0 I     15 I
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 21

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE A LA COTE MINIMALE ZMIN*HMAX:CRITERE DE TRACTION

CETTE LIGNE EST LA LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.986D+03	.000D+00	.197D+03	.000D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.986D+03	.339D-01	.197D+03	.344D-04	.100D+01	.266D+08	.500D+04
2	.986D+03	.440D+02	.194D+03	.447D-01	.969D+00	.157D+02	.500D+04
3	.984D+03	.878D+02	.184D+03	.892D-01	.881D+00	.392D+01	.500D+04
4	.982D+03	.131D+03	.167D+03	.134D+00	.750D+00	.173D+01	.500D+04
5	.978D+03	.174D+03	.143D+03	.178D+00	.590D+00	.964D+00	.500D+04
6	.971D+03	.223D+03	.113D+03	.229D+00	.422D+00	.611D+00	.500D+04
7	.958D+03	.281D+03	.725D+02	.294D+00	.245D+00	.412D+00	.500D+04
8	.942D+03	.338D+03	.208D+02	.359D+00	.633D-01	.288D+00	.500D+04
9	.923D+03	.392D+03	-.427D+02	.425D+00	-.117D+00	.264D+00	.500D+04
10	.903D+03	.444D+03	-.118D+03	.491D+00	-.290D+00	.282D+00	.500D+04
11	.882D+03	.492D+03	-.205D+03	.558D+00	-.453D+00	.314D+00	.500D+04
12	.860D+03	.537D+03	-.305D+03	.625D+00	-.607D+00	.374D+00	.500D+04
13	.839D+03	.580D+03	-.417D+03	.690D+00	-.749D+00	.504D+00	.500D+04
14	.820D+03	.619D+03	-.543D+03	.754D+00	-.880D+00	.910D+00	.500D+04
15	.803D+03	.654D+03	-.682D+03	.815D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                  -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                              PAGE  22
-------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ---------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT              15        .815D+00

 COMPRESSION             15   INFINI


 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .104D+04        .450D+01        .280D+01        .692D+02

 JOINTS FAIBLES =====>     0 I     15 E
```

LIGNE OPTIMALE TRACTION-COMPRESSION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.353D+03	.000D+00	-.509D+01	.000D+00	-.722D-01	.190D+00	.500D+04
1	.353D+03	-.258D-02	-.509D+01	-.731D-05	-.722D-01	.190D+00	.500D+04
2	.354D+03	-.334D+01	-.378D+01	-.945D-02	-.526D-01	.184D+00	.500D+04
3	.357D+03	-.663D+01	.151D+00	-.186D-01	.199D-02	.169D+00	.500D+04
4	.364D+03	-.981D+01	.672D+01	-.270D-01	.815D-01	.175D+00	.500D+04
5	.372D+03	-.128D+02	.159D+02	-.344D-01	.173D+00	.182D+00	.500D+04
6	.381D+03	-.894D+01	.282D+02	-.234D-01	.269D+00	.190D+00	.500D+04
7	.387D+03	.634D+01	.405D+02	.164D-01	.339D+00	.190D+00	.500D+04
8	.393D+03	.211D+02	.509D+02	.536D-01	.372D+00	.179D+00	.500D+04
9	.400D+03	.351D+02	.596D+02	.878D-01	.376D+00	.162D+00	.500D+04
10	.408D+03	.484D+02	.667D+02	.119D+00	.363D+00	.142D+00	.500D+04
11	.417D+03	.610D+02	.724D+02	.146D+00	.338D+00	.123D+00	.500D+04
12	.429D+03	.728D+02	.768D+02	.170D+00	.306D+00	.106D+00	.500D+04
13	.444D+03	.840D+02	.798D+02	.189D+00	.271D+00	.918D-01	.500D+04
14	.463D+03	.948D+02	.816D+02	.205D+00	.235D+00	.804D-01	.500D+04
15	.486D+03	.106D+03	.820D+02	.217D+00	.199D+00	.713D-01	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                        -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                    PAGE  24
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ---------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT              15        .217D+00

 COMPRESSION              7        .190D+00


 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .497D+03        .362D+01        .229D+01       .423D+02

 JOINTS FAIBLES =====>     7 I      0 E     15 I
```

LIGNE DE COTE MAXIMALE ZMAX:CRITERE DE COMPRESSION

CETTE LIGNE EST LA LIGNE DE POUSSEE MINIMALE

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.208D+03	.000D+00	-.372D+02	.000D+00	-.896D+00	.100D+01	.500D+04
1	.208D+03	-.109D-01	-.372D+02	-.526D-04	-.896D+00	.100D+01	.500D+04
2	.209D+03	-.142D+02	-.348D+02	-.677D-01	-.820D+00	.574D+00	.500D+04
3	.214D+03	-.282D+02	-.277D+02	-.132D+00	-.610D+00	.259D+00	.500D+04
4	.222D+03	-.420D+02	-.157D+02	-.189D+00	-.312D+00	.143D+00	.500D+04
5	.234D+03	-.555D+02	.106D+01	-.237D+00	.183D-01	.963D-01	.500D+04
6	.247D+03	-.619D+02	.230D+02	-.251D+00	.340D+00	.136D+00	.500D+04
7	.256D+03	-.565D+02	.473D+02	-.220D+00	.598D+00	.207D+00	.500D+04
8	.267D+03	-.514D+02	.720D+02	-.192D+00	.771D+00	.336D+00	.500D+04
9	.280D+03	-.465D+02	.972D+02	-.166D+00	.876D+00	.569D+00	.500D+04
10	.294D+03	-.419D+02	.123D+03	-.142D+00	.927D+00	.896D+00	.500D+04
11	.311D+03	-.376D+02	.150D+03	-.121D+00	.939D+00	.990D+00	.500D+04
12	.331D+03	-.334D+02	.178D+03	-.101D+00	.922D+00	.722D+00	.500D+04
13	.354D+03	-.292D+02	.208D+03	-.826D-01	.884D+00	.459D+00	.500D+04
14	.381D+03	-.249D+02	.239D+03	-.653D-01	.832D+00	.302D+00	.500D+04
15	.413D+03	-.200D+02	.271D+03	-.484D-01	.771D+00	.212D+00	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                   -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                PAGE  26
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ------------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT                6         .251D+00

 COMPRESSION               0         .100D+01


 REACTION D'APPUI
      MODULE           POINT D'APPLICATION           INCLINAISON
      .414D+03         .320D+01         .205D+01        .272D+02

 JOINTS FAIBLES =====>      0 E      11 I
```

LIGNE DE COTE MINIMALE ZMIN:CRITERE DE COMPRESSION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.362D+03	.000D+00	.593D+02	.000D+00	.819D+00	.998D+00	.500D+04
1	.362D+03	-.202D-02	.593D+02	-.558D-05	.819D+00	.998D+00	.500D+04
2	.363D+03	-.262D+01	.605D+02	-.721D-02	.821D+00	.100D+01	.500D+04
3	.367D+03	-.519D+01	.643D+02	-.141D-01	.827D+00	.100D+01	.500D+04
4	.373D+03	-.765D+01	.705D+02	-.205D-01	.834D+00	.989D+00	.500D+04
5	.382D+03	-.994D+01	.792D+02	-.260D-01	.838D+00	.953D+00	.500D+04
6	.390D+03	-.540D+01	.908D+02	-.138D-01	.846D+00	.925D+00	.500D+04
7	.396D+03	.105D+02	.102D+03	.266D-01	.838D+00	.794D+00	.500D+04
8	.401D+03	.259D+02	.112D+03	.645D-01	.798D+00	.571D+00	.500D+04
9	.408D+03	.406D+02	.119D+03	.995D-01	.739D+00	.394D+00	.500D+04
10	.415D+03	.545D+02	.125D+03	.131D+00	.668D+00	.278D+00	.500D+04
11	.424D+03	.676D+02	.129D+03	.159D+00	.594D+00	.203D+00	.500D+04
12	.436D+03	.799D+02	.132D+03	.183D+00	.519D+00	.155D+00	.500D+04
13	.450D+03	.916D+02	.134D+03	.203D+00	.447D+00	.123D+00	.500D+04
14	.468D+03	.103D+03	.133D+03	.220D+00	.379D+00	.100D+00	.500D+04
15	.491D+03	.114D+03	.132D+03	.232D+00	.316D+00	.843D-01	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                    -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                                 PAGE  28
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ---------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT              15        .232D+00

 COMPRESSION              3        .100D+01


 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .504D+03        .353D+01        .224D+01       .431D+02

 JOINTS FAIBLES =====>     3 I      0 I
```

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE HMAX:CRITERE DE COMPRESSION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
0	.847D+03	.000D+00	.976D+02	.000D+00	.577D+00	.100D+01	.500D+04
1	.847D+03	.259D-01	.976D+02	.305D-04	.577D+00	.100D+01	.500D+04
2	.847D+03	.336D+02	.953D+02	.397D-01	.555D+00	.936D+00	.500D+04
3	.846D+03	.670D+02	.882D+02	.792D-01	.492D+00	.787D+00	.500D+04
4	.845D+03	.100D+03	.764D+02	.118D+00	.399D+00	.621D+00	.500D+04
5	.845D+03	.133D+03	.599D+02	.157D+00	.286D+00	.478D+00	.500D+04
6	.842D+03	.172D+03	.389D+02	.204D+00	.168D+00	.368D+00	.500D+04
7	.832D+03	.221D+03	.104D+02	.265D+00	.405D-01	.281D+00	.500D+04
8	.821D+03	.268D+03	-.276D+02	.327D+00	-.965D-01	.261D+00	.500D+04
9	.808D+03	.314D+03	-.752D+02	.388D+00	-.235D+00	.267D+00	.500D+04
10	.794D+03	.357D+03	-.132D+03	.449D+00	-.370D+00	.279D+00	.500D+04
11	.780D+03	.397D+03	-.199D+03	.509D+00	-.498D+00	.302D+00	.500D+04
12	.765D+03	.435D+03	-.276D+03	.568D+00	-.617D+00	.342D+00	.500D+04
13	.752D+03	.470D+03	-.363D+03	.625D+00	-.727D+00	.415D+00	.500D+04
14	.741D+03	.503D+03	-.460D+03	.679D+00	-.826D+00	.565D+00	.500D+04
15	.733D+03	.534D+03	-.569D+03	.728D+00	-.913D+00	.996D+00	.500D+04

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                                  -    1   -   21-04-93
 ET SYMETRIQUE                                                                              PAGE  30
-------------------------------------------------------------------------------------------------------


SUITE DE LA LIGNE:VALEURS MAXIMALES , REACTION D'APPUI ET JOINTS FAIBLES
 ----------------------------------------------------------------------


 GLISSEMENT              15        .728D+00

 COMPRESSION              0        .100D+01

 REACTION D'APPUI
      MODULE          POINT D'APPLICATION          INCLINAISON
      .906D+03        .444D+01        .276D+01       .661D+02

 JOINTS FAIBLES ======>     0 I     15 E
```

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                              -    1   -   21-04-93
 BT SYMETRIQUE                                                                      PAGE  31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

    EDITION DU TABLEAU RECAPITULATIF
    --------------------------------
       PREMIERE PARTIE:CRITERE DE TRACTION
       -----------------------------------

 TYPE DE LIGNE COTE Z      POUSSEE H         JOINTS FAIBLES                    AUTRES JOINTS
 ------------- ------      ---------         --------------                    -------------

 ZMAX*HMIN      .4100D+01   .1971D+03    11 I     0 E

 ZMAX*HMAX      .4100D+01   .6828D+03     0 E    15 E

 ZMIN*HMAX      .3700D+01   .9863D+03     0 I    15 E

 ZMIN*HMIN      .3700D+01   .3555D+03     0 I    15 I

 LA LIGNE HMIN EST LA LIGNE ZMAX*HMIN

 OPTIMALE       .3914D+01   .3525D+03     7 I     0 E    15 I


                      LE COEFFICIENT DE RUPTURE VAUT:      .5264D+01
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 32

DEUXIEME PARTIE:CRITERE DE TRACTION

TYPE DE LIGNE	REACTIONS D'APPUI		
	MODULE	POINT DE PASSAGE	INCLINAISON
ZMAX*HMIN	.40897D+03	.31627D+01 .20260D+01	.25916D+02
ZMAX*HMAX	.75953D+03	.45033D+01 .28000D+01	.61033D+02
ZMIN*HMAX	.10355D+04	.45033D+01 .28000D+01	.69193D+02
ZMIN*HMIN	.49902D+03	.34941D+01 .22173D+01	.42512D+02

LA LIGNE HMIN EST LA LIGNE ZMAX*HMIN

OPTIMALE	.49699D+03	.36210D+01 .22906D+01	.42257D+02

EDITION DU TABLEAU RECAPITULATIF

TROISIEME PARTIE:CRITERE DE COMPRESSION

TYPE DE LIGNE	COTE Z	POUSSEE H	JOINTS FAIBLES	AUTRES JOINTS
ZMAX*	.4079D+01	.2076D+03	0 E 11 I	
ZMIN*	.3736D+01	.3622D+03	3 I 0 I	
LA LIGNE HMIN EST LA LIGNE ZMAX*				
HMAX*	.3785D+01	.8467D+03	0 I 15 E	

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BT SYMETRIQUE PAGE 34

QUATRIEME PARTIE:CRITERE DE COMPRESSION

TYPE DE LIGNE	REACTIONS D'APPUI		
	MODULE	POINT DE PASSAGE	INCLINAISON
ZMAX*	.41370D+03	.31996D+01 .20473D+01	.27232D+02
ZMIN*	.50356D+03	.35348D+01 .22408D+01	.43072D+02

LA LIGNE HMIN EST LA LIGNE ZMAX*

HMAX*	.90641D+03	.44396D+01 .27632D+01	.66057D+02

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                              -    1   -   21-04-93
 BC DISSYMETRIQUE                                                                    PAGE  35
-------------------------------------------------------------------------------------------------

    *RAPPEL DES DONNEES DU CHARGEMENT.
    ----------------------------------

        POIDS PROPRE(DENSITE):       .240D+02
        COEFFICIENT DE REDUCTION D'EPAISSEUR:       .100D+01

      CHARGEMENT DISSYMETRIQUE:DEMI-VOUTE DE DROITE.
      ----------------------------------------------

      FORCES REPARTIES===>      NOMBRE:       3
      ----------------

      MODULE          MODULE          ABSCISSE        ORDONNEE        ABSCISSE        ORDONNEE        INCLINAISON
      INITIAL         FINAL           INITIALE        INITIALE        FINALE          FINALE
      ------          ------          --------        --------        --------        --------        -----------

      .101D+02        .101D+02        .000D+00        .440D+01        .450D+01        .440D+01        .000D+00
      .344D+02        .344D+02        .000D+00        .440D+01        .137D+01        .440D+01        .000D+00
      .344D+02        .344D+02        .150D+01        .440D+01        .287D+01        .440D+01        .000D+00

      REMBLAIS===>              NOMBRE:       1
      --------

      ABSCISSE        ABSCISSE        COTE            DENSITE         COEFFICIENT DE POUSSEE
      INITIALE        FINALE
      --------        --------        --------        -------         ----------------------

      .000D+00        .450D+01        .440D+01        .220D+02        .500D+00
```

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 36

*RAPPEL DES DONNEES DU CHARGEMENT.

CHARGEMENT DISSYMETRIQUE:DEMI-VOUTE DE GAUCHE.

FORCES REPARTIES===> NOMBRE: 1

MODULE INITIAL	MODULE FINAL	ABSCISSE INITIALE	ORDONNEE INITIALE	ABSCISSE FINALE	ORDONNEE FINALE	INCLINAISON
.101D+02	.101D+02	.000D+00	.440D+01	.450D+01	.440D+01	.000D+00

REMBLAIS===> NOMBRE: 1

ABSCISSE INITIALE	ABSCISSE FINALE	COTE	DENSITE	COEFFICIENT DE POUSSEE
.000D+00	.450D+01	.440D+01	.220D+02	.500D+00

*EDITION DES EFFORTS DEMI-VOUTE DE DROITE.

*POIDS PROPRE

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.204D-02	.218D-06	.000D+00	.204D-02	.218D-06
2	.000D+00	.267D+01	.371D+00	.000D+00	.267D+01	.371D+00
3	.000D+00	.275D+01	.115D+01	.000D+00	.542D+01	.152D+01
4	.000D+00	.292D+01	.203D+01	.000D+00	.834D+01	.354D+01
5	.000D+00	.317D+01	.308D+01	.000D+00	.115D+02	.662D+01
6	.000D+00	.352D+01	.439D+01	.000D+00	.150D+02	.110D+02
7	.000D+00	.396D+01	.603D+01	.000D+00	.190D+02	.170D+02
8	.000D+00	.451D+01	.810D+01	.000D+00	.235D+02	.251D+02
9	.000D+00	.517D+01	.107D+02	.000D+00	.287D+02	.358D+02
10	.000D+00	.596D+01	.140D+02	.000D+00	.346D+02	.498D+02
11	.000D+00	.689D+01	.180D+02	.000D+00	.415D+02	.678D+02
12	.000D+00	.797D+01	.230D+02	.000D+00	.495D+02	.908D+02
13	.000D+00	.923D+01	.291D+02	.000D+00	.587D+02	.120D+03
14	.000D+00	.107D+02	.365D+02	.000D+00	.694D+02	.156D+03
15	.000D+00	.124D+02	.456D+02	.000D+00	.818D+02	.202D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 38

*FORCES REPARTIES

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.999D-02	.112D-05	.000D+00	.999D-02	.112D-05
2	.000D+00	.130D+02	.190D+01	.000D+00	.130D+02	.190D+01
3	.000D+00	.130D+02	.572D+01	.000D+00	.260D+02	.761D+01
4	.000D+00	.131D+02	.961D+01	.000D+00	.392D+02	.172D+02
5	.000D+00	.133D+02	.136D+02	.000D+00	.524D+02	.309D+02
6	.000D+00	.968D+01	.125D+02	.000D+00	.621D+02	.434D+02
7	.000D+00	.130D+02	.212D+02	.000D+00	.751D+02	.646D+02
8	.000D+00	.139D+02	.270D+02	.000D+00	.890D+02	.916D+02
9	.000D+00	.142D+02	.321D+02	.000D+00	.103D+03	.124D+03
10	.000D+00	.145D+02	.375D+02	.000D+00	.118D+03	.161D+03
11	.000D+00	.770D+01	.220D+02	.000D+00	.125D+03	.183D+03
12	.000D+00	.347D+01	.113D+02	.000D+00	.129D+03	.195D+03
13	.000D+00	.356D+01	.128D+02	.000D+00	.132D+03	.207D+03
14	.000D+00	.365D+01	.144D+02	.000D+00	.136D+03	.222D+03
15	.000D+00	.373D+01	.161D+02	.000D+00	.140D+03	.238D+03

*REMBLAIS

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.983D-08	.148D-02	.126D-06	-.983D-08	.148D-02	.126D-06
2	-.168D-01	.194D+01	.215D+00	-.168D-01	.194D+01	.215D+00
3	-.523D-01	.201D+01	.669D+00	-.691D-01	.395D+01	.884D+00
4	-.940D-01	.216D+01	.120D+01	-.163D+00	.610D+01	.208D+01
5	-.146D+00	.238D+01	.186D+01	-.309D+00	.848D+01	.395D+01
6	-.215D+00	.269D+01	.273D+01	-.524D+00	.112D+02	.668D+01
7	-.306D+00	.310D+01	.387D+01	-.831D+00	.143D+02	.105D+02
8	-.429D+00	.362D+01	.539D+01	-.126D+01	.179D+02	.159D+02
9	-.593D+00	.427D+01	.741D+01	-.185D+01	.222D+02	.233D+02
10	-.814D+00	.506D+01	.101D+02	-.267D+01	.272D+02	.334D+02
11	-.111D+01	.603D+01	.136D+02	-.378D+01	.333D+02	.470D+02
12	-.150D+01	.718D+01	.182D+02	-.527D+01	.404D+02	.653D+02
13	-.202D+01	.856D+01	.242D+02	-.729D+01	.490D+02	.894D+02
14	-.270D+01	.102D+02	.319D+02	-.999D+01	.592D+02	.121D+03
15	-.359D+01	.120D+02	.417D+02	-.136D+02	.712D+02	.163D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 40

*EDITION DES EFFORTS DEMI-VOUTE DE GAUCHE.

*POIDS PROPRE

	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS			EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE		
VOUSSOIR NUMERO	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.204D-02	.218D-06	.000D+00	.204D-02	.218D-06
2	.000D+00	.267D+01	.371D+00	.000D+00	.267D+01	.371D+00
3	.000D+00	.275D+01	.115D+01	.000D+00	.542D+01	.152D+01
4	.000D+00	.292D+01	.203D+01	.000D+00	.834D+01	.354D+01
5	.000D+00	.317D+01	.308D+01	.000D+00	.115D+02	.662D+01
6	.000D+00	.352D+01	.439D+01	.000D+00	.150D+02	.110D+02
7	.000D+00	.396D+01	.603D+01	.000D+00	.190D+02	.170D+02
8	.000D+00	.451D+01	.810D+01	.000D+00	.235D+02	.251D+02
9	.000D+00	.517D+01	.107D+02	.000D+00	.287D+02	.358D+02
10	.000D+00	.596D+01	.140D+02	.000D+00	.346D+02	.498D+02
11	.000D+00	.689D+01	.180D+02	.000D+00	.415D+02	.678D+02
12	.000D+00	.797D+01	.230D+02	.000D+00	.495D+02	.908D+02
13	.000D+00	.923D+01	.291D+02	.000D+00	.587D+02	.120D+03
14	.000D+00	.107D+02	.365D+02	.000D+00	.694D+02	.156D+03
15	.000D+00	.124D+02	.456D+02	.000D+00	.818D+02	.202D+03

*FORCES REPARTIES

	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS			EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE		
VOUSSOIR NUMERO	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	.000D+00	.227D-02	.255D-06	.000D+00	.227D-02	.255D-06
2	.000D+00	.295D+01	.431D+00	.000D+00	.296D+01	.431D+00
3	.000D+00	.297D+01	.130D+01	.000D+00	.592D+01	.173D+01
4	.000D+00	.299D+01	.219D+01	.000D+00	.891D+01	.392D+01
5	.000D+00	.302D+01	.310D+01	.000D+00	.119D+02	.702D+01
6	.000D+00	.306D+01	.406D+01	.000D+00	.150D+02	.111D+02
7	.000D+00	.311D+01	.507D+01	.000D+00	.181D+02	.162D+02
8	.000D+00	.317D+01	.615D+01	.000D+00	.213D+02	.223D+02
9	.000D+00	.323D+01	.730D+01	.000D+00	.245D+02	.296D+02
10	.000D+00	.331D+01	.854D+01	.000D+00	.278D+02	.381D+02
11	.000D+00	.339D+01	.987D+01	.000D+00	.312D+02	.480D+02
12	.000D+00	.347D+01	.113D+02	.000D+00	.347D+02	.593D+02
13	.000D+00	.356D+01	.128D+02	.000D+00	.382D+02	.721D+02
14	.000D+00	.365D+01	.144D+02	.000D+00	.419D+02	.866D+02
15	.000D+00	.373D+01	.161D+02	.000D+00	.456D+02	.103D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 42

*REMBLAIS

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AUX VOUSSOIRS FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.983D-08	.148D-02	.126D-06	-.983D-08	.148D-02	.126D-06
2	-.168D-01	.194D+01	.215D+00	-.168D-01	.194D+01	.215D+00
3	-.523D-01	.201D+01	.669D+00	-.691D-01	.395D+01	.884D+00
4	-.940D-01	.216D+01	.120D+01	-.163D+00	.610D+01	.208D+01
5	-.146D+00	.238D+01	.186D+01	-.309D+00	.848D+01	.395D+01
6	-.215D+00	.269D+01	.273D+01	-.524D+00	.112D+02	.668D+01
7	-.306D+00	.310D+01	.387D+01	-.831D+00	.143D+02	.105D+02
8	-.429D+00	.362D+01	.539D+01	-.126D+01	.179D+02	.159D+02
9	-.593D+00	.427D+01	.741D+01	-.185D+01	.222D+02	.233D+02
10	-.814D+00	.506D+01	.101D+02	-.267D+01	.272D+02	.334D+02
11	-.111D+01	.603D+01	.136D+02	-.378D+01	.333D+02	.470D+02
12	-.150D+01	.718D+01	.182D+02	-.527D+01	.404D+02	.653D+02
13	-.202D+01	.856D+01	.242D+02	-.729D+01	.490D+02	.894D+02
14	-.270D+01	.102D+02	.319D+02	-.999D+01	.592D+02	.121D+03
15	-.359D+01	.120D+02	.417D+02	-.136D+02	.712D+02	.163D+03

*COEFFICIENTS DE PONDERATION

POIDS PROPRE : 1.35
FORCES CONCENTREES : 1.60
FORCES REPARTIES : 1.60
REMBLAIS : 1.35
FORCES EXCEPTIONNELLES: 1.35

*EDITION DES EFFORTS GLOBAUX DEMI-VOUTE DE DROITE.

	EFFORTS APPLIQUES AU VOUSSOIR			EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE		
VOUSSOIR NUMERO	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.133D-07	.207D-01	.226D-05	-.133D-07	.207D-01	.226D-05
2	-.227D-01	.270D+02	.383D+01	-.227D-01	.270D+02	.383D+01
3	-.706D-01	.273D+02	.116D+02	-.933D-01	.543D+02	.154D+02
4	-.127D+00	.279D+02	.197D+02	-.220D+00	.822D+02	.352D+02
5	-.198D+00	.287D+02	.285D+02	-.418D+00	.111D+03	.637D+02
6	-.290D+00	.239D+02	.296D+02	-.708D+00	.135D+03	.933D+02
7	-.413D+00	.303D+02	.474D+02	-.112D+01	.165D+03	.141D+03
8	-.579D+00	.332D+02	.615D+02	-.170D+01	.198D+03	.202D+03
9	-.801D+00	.355D+02	.758D+02	-.250D+01	.234D+03	.278D+03
10	-.110D+01	.382D+02	.925D+02	-.360D+01	.272D+03	.370D+03
11	-.150D+01	.298D+02	.778D+02	-.510D+01	.302D+03	.448D+03
12	-.202D+01	.260D+02	.737D+02	-.712D+01	.328D+03	.522D+03
13	-.272D+01	.297D+02	.925D+02	-.984D+01	.357D+03	.614D+03
14	-.364D+01	.340D+02	.115D+03	-.135D+02	.391D+03	.730D+03
15	-.485D+01	.389D+02	.144D+03	-.183D+02	.430D+03	.873D+03

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 44

*EDITION DES EFFORTS GLOBAUX DEMI-VOUTE DE GAUCHE.

VOUSSOIR NUMERO	EFFORTS APPLIQUES AU VOUSSOIR: FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE	EFFORTS CUMULES DEPUIS LA CLE: FORCE HORIZONTALE	FORCE VERTICALE	MOMENT ORIGINE
1	-.133D-07	.839D-02	.872D-06	-.133D-07	.839D-02	.872D-06
2	-.227D-01	.109D+02	.148D+01	-.227D-01	.109D+02	.148D+01
3	-.706D-01	.112D+02	.453D+01	-.933D-01	.221D+02	.601D+01
4	-.127D+00	.116D+02	.785D+01	-.220D+00	.338D+02	.139D+02
5	-.198D+00	.123D+02	.116D+02	-.418D+00	.461D+02	.255D+02
6	-.290D+00	.133D+02	.161D+02	-.708D+00	.594D+02	.416D+02
7	-.413D+00	.145D+02	.215D+02	-.112D+01	.739D+02	.631D+02
8	-.579D+00	.160D+02	.280D+02	-.170D+01	.899D+02	.911D+02
9	-.801D+00	.179D+02	.361D+02	-.250D+01	.108D+03	.127D+03
10	-.110D+01	.202D+02	.461D+02	-.360D+01	.128D+03	.173D+03
11	-.150D+01	.229D+02	.585D+02	-.510D+01	.151D+03	.232D+03
12	-.202D+01	.260D+02	.737D+02	-.712D+01	.177D+03	.306D+03
13	-.272D+01	.297D+02	.925D+02	-.984D+01	.207D+03	.398D+03
14	-.364D+01	.340D+02	.115D+03	-.135D+02	.241D+03	.513D+03
15	-.485D+01	.389D+02	.144D+03	-.183D+02	.280D+03	.657D+03

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                              -    1   -   21-04-93
 BC DISSYMETRIQUE                                                                    PAGE  45
-------------------------------------------------------------------------------------------------

    *IMPRESSION DES PARAMETRES DE CALCUL DISSYMETRIQUE
    --------------------------------------------------


    *ETAPES DU CALCUL
    -----------------


         RECHERCHE DES LIGNES CARACTERISTIQUES DU DOMAINE DE STABILITE EN TRACTION
            NOMBRE DE POINTS DE CALCUL A LA CLE:   21


         CALCUL DU COEFFICIENT DE RUPTURE FM
            PRECISION DU CALCUL SUR Z   120.
            PRECISION DU CALCUL SUR H    75.
            PRECISION DU CALCUL SUR V    75.
```

```
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE                -                              -    1   -   21-04-93
 BC DISSYMETRIQUE                                                                      PAGE  46
-------------------------------------------------------------------------------------------------

    *DEROULEMENT DU CALCUL
    ----------------------

       CALCUL DES LIGNES CARACTERISTIQUES DU DOMAINE DE STABILITE EN TRACTION

         LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE HMAX
              COTE A LA CLE          :     .371D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :     .963D+00
              POUSSEE HORIZONTALE    :     .862D+03
              POUSSEE VERTICALE      :     .514D+02


         LIGNE DE POUSSEE MINIMALE HMIN
              COTE A LA CLE          :     .406D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :    -.785D+00
              POUSSEE HORIZONTALE    :     .149D+03
              POUSSEE VERTICALE      :     .329D+02


         LA LIGNE DE COTE MINIMALE PASSE EN BAS DE FUSEAU.
         LES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE A CETTE COTE ONT LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
              COTE A LA CLE          :     .370D+01          .370D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :     .100D+01          .100D+01
              POUSSEE HORIZONTALE    :     .322D+03          .612D+03
              POUSSEE VERTICALE      :     .545D-02          .138D-01

         LA LIGNE DE COTE MAXIMALE PASSE EN HAUT DE FUSEAU.
         LES LIGNES DE POUSSEE EXTREMALE A CETTE COTE ONT LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
              COTE A LA CLE          :     .410D+01          .410D+01
              EXCENTRICITE A LA CLE  :    -.100D+01         -.100D+01
              POUSSEE HORIZONTALE    :     .198D+03          .322D+03
              POUSSEE VERTICALE      :     .781D-02          .616D-02
```

*DEROULEMENT DU CALCUL:SUITE

CALCUL DE LA LIGNE OPTIMALE VIS-A-VIS DU CRITERE DE TRACTION-COMPRESSION
COEFFICIENT DE RUPTURE FM : .6722D+01

LA LIGNE OPTIMALE(RESPECTANT AU MIEUX CE CRITERE)A LES CARACTERISTIQUES SUIVANTES:
COTE A LA CLE : .391D+01
EXCENTRICITE A LA CLE : -.263D-01
POUSSEE HORIZONTALE : .272D+03
POUSSEE VERTICALE : .200D+02

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 48

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE HMAX

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.708D+03	-.565D+03	-.602D+03	-.798D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04
-14	.719D+03	-.536D+03	-.481D+03	-.746D+00	-.889D+00	.860D+00	.500D+04
-13	.733D+03	-.505D+03	-.371D+03	-.689D+00	-.762D+00	.464D+00	.500D+04
-12	.748D+03	-.471D+03	-.272D+03	-.629D+00	-.621D+00	.338D+00	.500D+04
-11	.765D+03	-.434D+03	-.183D+03	-.567D+00	-.465D+00	.278D+00	.500D+04
-10	.783D+03	-.395D+03	-.104D+03	-.504D+00	-.294D+00	.246D+00	.500D+04
-9	.799D+03	-.352D+03	-.347D+02	-.441D+00	-.109D+00	.227D+00	.500D+04
-8	.815D+03	-.308D+03	.246D+02	-.377D+00	.865D-01	.256D+00	.500D+04
-7	.830D+03	-.260D+03	.741D+02	-.314D+00	.290D+00	.379D+00	.500D+04
-6	.842D+03	-.211D+03	.114D+03	-.251D+00	.493D+00	.604D+00	.500D+04
-5	.852D+03	-.161D+03	.144D+03	-.189D+00	.683D+00	.109D+01	.500D+04
-4	.859D+03	-.109D+03	.164D+03	-.127D+00	.844D+00	.243D+01	.500D+04
-3	.863D+03	-.557D+02	.175D+03	-.646D-01	.956D+00	.921D+01	.500D+04
-2	.864D+03	-.223D+01	.175D+03	-.258D-02	.100D+01	.872D+03	.500D+04
-1	.862D+03	.513D+02	.166D+03	.596D-01	.963D+00	.116D+02	.500D+04
0	.862D+03	.514D+02	.166D+03	.596D-01	.963D+00	.116D+02	.500D+04
1	.862D+03	.514D+02	.166D+03	.597D-01	.963D+00	.116D+02	.500D+04
2	.857D+03	.887D+02	.149D+03	.103D+00	.856D+00	.293D+01	.500D+04
3	.852D+03	.125D+03	.126D+03	.147D+00	.699D+00	.134D+01	.500D+04
4	.847D+03	.162D+03	.979D+02	.191D+00	.510D+00	.763D+00	.500D+04
5	.840D+03	.197D+03	.639D+02	.234D+00	.307D+00	.490D+00	.500D+04
6	.832D+03	.237D+03	.246D+02	.285D+00	.108D+00	.339D+00	.500D+04
7	.824D+03	.271D+03	-.226D+02	.329D+00	-.887D-01	.293D+00	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.818D+03	.303D+03	-.756D+02	.370D+00	-.265D+00	.319D+00	.500D+04
9	.812D+03	.333D+03	-.134D+03	.410D+00	-.418D+00	.352D+00	.500D+04
10	.808D+03	.362D+03	-.199D+03	.448D+00	-.547D+00	.395D+00	.500D+04
11	.798D+03	.399D+03	-.268D+03	.500D+00	-.653D+00	.448D+00	.500D+04
12	.784D+03	.438D+03	-.344D+03	.559D+00	-.751D+00	.539D+00	.500D+04
13	.770D+03	.475D+03	-.431D+03	.617D+00	-.842D+00	.736D+00	.500D+04
14	.759D+03	.509D+03	-.528D+03	.671D+00	-.926D+00	.136D+01	.500D+04
15	.750D+03	.541D+03	-.637D+03	.721D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04

GLISSEMENT -15 .798D+00

COMPRESSION -15 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.906D+03	-.450D+01	.280D+01	-.686D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.924D+03	.450D+01	.280D+01	.658D+02

JOINTS FAIBLES=====> -15 E 15 E -2 I

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 50

LIGNE DE POUSSEE MINIMALE HMIN

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.336D+03	.428D+02	.225D+03	.127D+00	.789D+00	.188D+00	.500D+04
-14	.302D+03	.419D+02	.194D+03	.139D+00	.854D+00	.276D+00	.500D+04
-13	.274D+03	.403D+02	.166D+03	.147D+00	.912D+00	.471D+00	.500D+04
-12	.250D+03	.385D+02	.140D+03	.154D+00	.959D+00	.105D+01	.500D+04
-11	.231D+03	.367D+02	.117D+03	.159D+00	.991D+00	.474D+01	.500D+04
-10	.214D+03	.350D+02	.966D+02	.163D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
-9	.201D+03	.336D+02	.780D+02	.168D+00	.981D+00	.266D+01	.500D+04
-8	.189D+03	.326D+02	.611D+02	.172D+00	.926D+00	.729D+00	.500D+04
-7	.180D+03	.320D+02	.458D+02	.178D+00	.826D+00	.335D+00	.500D+04
-6	.172D+03	.316D+02	.318D+02	.184D+00	.674D+00	.192D+00	.500D+04
-5	.166D+03	.316D+02	.190D+02	.191D+00	.464D+00	.125D+00	.500D+04
-4	.160D+03	.319D+02	.719D+01	.199D+00	.198D+00	.881D-01	.500D+04
-3	.156D+03	.322D+02	-.377D+01	.207D+00	-.114D+00	.830D-01	.500D+04
-2	.152D+03	.326D+02	-.140D+02	.214D+00	-.452D+00	.137D+00	.500D+04
-1	.149D+03	.329D+02	-.234D+02	.221D+00	-.785D+00	.347D+00	.500D+04
0	.149D+03	.329D+02	-.234D+02	.221D+00	-.785D+00	.347D+00	.500D+04
1	.149D+03	.329D+02	-.234D+02	.221D+00	-.785D+00	.347D+00	.500D+04
2	.148D+03	.171D+02	-.301D+02	.115D+00	-.999D+00	.122D+03	.500D+04
3	.151D+03	.111D+01	-.318D+02	.734D-02	-.997D+00	.263D+02	.500D+04
4	.156D+03	-.148D+02	-.286D+02	-.949D-01	-.808D+00	.358D+00	.500D+04
5	.165D+03	-.306D+02	-.203D+02	-.185D+00	-.497D+00	.133D+00	.500D+04
6	.175D+03	-.405D+02	-.671D+01	-.231D+00	-.139D+00	.742D-01	.500D+04
7	.191D+03	-.547D+02	.100D+02	-.287D+00	.170D+00	.745D-01	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.210D+03	-.694D+02	.319D+02	-.330D+00	.434D+00	.107D+00	.500D+04
9	.234D+03	-.832D+02	.591D+02	-.355D+00	.636D+00	.163D+00	.500D+04
10	.263D+03	-.960D+02	.918D+02	-.365D+00	.774D+00	.258D+00	.500D+04
11	.288D+03	-.989D+02	.133D+03	-.343D+00	.896D+00	.541D+00	.500D+04
12	.313D+03	-.963D+02	.178D+03	-.308D+00	.975D+00	.218D+01	.500D+04
13	.341D+03	-.933D+02	.226D+03	-.274D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
14	.373D+03	-.897D+02	.276D+03	-.241D+00	.986D+00	.348D+01	.500D+04
15	.410D+03	-.853D+02	.329D+03	-.208D+00	.945D+00	.876D+00	.500D+04

GLISSEMENT 10 .365D+00

COMPRESSION -10 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.339D+03	-.319D+01	.204D+01	-.227D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.418D+03	.307D+01	.197D+01	.182D+02

JOINTS FAIBLES=====> 13 I -10 I 2 E

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 52

LIGNE DE POUSSEE MINIMALE A LA COTE MINIMALE ZMIN*HMIN

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.394D+03	-.124D+03	-.748D+02	-.314D+00	-.223D+00	.597D-01	.500D+04
-14	.373D+03	-.120D+03	-.593D+02	-.321D+00	-.212D+00	.629D-01	.500D+04
-13	.356D+03	-.116D+03	-.444D+02	-.324D+00	-.188D+00	.661D-01	.500D+04
-12	.344D+03	-.111D+03	-.299D+02	-.322D+00	-.149D+00	.691D-01	.500D+04
-11	.335D+03	-.105D+03	-.158D+02	-.314D+00	-.919D-01	.719D-01	.500D+04
-10	.329D+03	-.987D+02	-.238D+01	-.300D+00	-.160D-01	.741D-01	.500D+04
-9	.325D+03	-.911D+02	.103D+02	-.280D+00	.801D-01	.892D-01	.500D+04
-8	.323D+03	-.825D+02	.221D+02	-.256D+00	.196D+00	.115D+00	.500D+04
-7	.322D+03	-.729D+02	.327D+02	-.227D+00	.330D+00	.156D+00	.500D+04
-6	.321D+03	-.623D+02	.421D+02	-.194D+00	.477D+00	.223D+00	.500D+04
-5	.321D+03	-.509D+02	.499D+02	-.158D+00	.628D+00	.349D+00	.500D+04
-4	.322D+03	-.388D+02	.562D+02	-.121D+00	.771D+00	.621D+00	.500D+04
-3	.322D+03	-.262D+02	.608D+02	-.812D-01	.891D+00	.140D+01	.500D+04
-2	.322D+03	-.132D+02	.636D+02	-.409D-01	.972D+00	.560D+01	.500D+04
-1	.322D+03	-.470D-02	.645D+02	-.146D-04	.100D+01	INFINI	.500D+04
0	.322D+03	.545D-02	.645D+02	.169D-04	.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.322D+03	.326D-02	.645D+02	.101D-04	.100D+01	.949D+07	.500D+04
2	.324D+03	-.284D+01	.657D+02	-.878D-02	.100D+01	INFINI	.500D+04
3	.327D+03	-.566D+01	.692D+02	-.173D-01	.999D+00	.261D+03	.500D+04
4	.332D+03	-.841D+01	.751D+02	-.253D-01	.997D+00	.428D+02	.500D+04
5	.340D+03	-.110D+02	.834D+02	-.324D-01	.989D+00	.131D+02	.500D+04
6	.349D+03	-.790D+01	.944D+02	-.227D-01	.985D+00	.866D+01	.500D+04
7	.361D+03	-.926D+01	.106D+03	-.256D-01	.950D+00	.235D+01	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.377D+03	-.113D+02	.120D+03	-.301D-01	.910D+00	.120D+01	.500D+04
9	.396D+03	-.129D+02	.136D+03	-.326D-01	.867D+00	.752D+00	.500D+04
10	.419D+03	-.138D+02	.155D+03	-.329D-01	.821D+00	.518D+00	.500D+04
11	.438D+03	-.529D+01	.179D+03	-.121D-01	.798D+00	.421D+00	.500D+04
12	.455D+03	.826D+01	.205D+03	.182D-01	.772D+00	.341D+00	.500D+04
13	.474D+03	.216D+02	.230D+03	.454D-01	.731D+00	.265D+00	.500D+04
14	.497D+03	.348D+02	.254D+03	.699D-01	.679D+00	.206D+00	.500D+04
15	.525D+03	.482D+02	.277D+03	.919D-01	.621D+00	.163D+00	.500D+04

GLISSEMENT -13 .324D+00

COMPRESSION -1 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.413D+03	-.393D+01	.247D+01	-.474D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.527D+03	.331D+01	.211D+01	.352D+02

JOINTS FAIBLES=====> 2 I 0 I 15 I

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 54

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE A LA COTE MINIMALE ZMIN*HMAX

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.539D+03	-.374D+03	-.458D+03	-.694D+00	-.100D+01	INFINI	.500D+04
-14	.536D+03	-.359D+03	-.379D+03	-.669D+00	-.940D+00	.118D+01	.500D+04
-13	.537D+03	-.342D+03	-.306D+03	-.637D+00	-.858D+00	.569D+00	.500D+04
-12	.541D+03	-.323D+03	-.239D+03	-.597D+00	-.755D+00	.377D+00	.500D+04
-11	.547D+03	-.302D+03	-.177D+03	-.552D+00	-.630D+00	.288D+00	.500D+04
-10	.555D+03	-.279D+03	-.121D+03	-.503D+00	-.484D+00	.238D+00	.500D+04
-9	.564D+03	-.254D+03	-.709D+02	-.450D+00	-.317D+00	.208D+00	.500D+04
-8	.573D+03	-.227D+03	-.262D+02	-.396D+00	-.131D+00	.189D+00	.500D+04
-7	.582D+03	-.198D+03	.129D+02	-.341D+00	.716D-01	.203D+00	.500D+04
-6	.590D+03	-.168D+03	.461D+02	-.284D+00	.284D+00	.300D+00	.500D+04
-5	.598D+03	-.136D+03	.734D+02	-.228D+00	.496D+00	.479D+00	.500D+04
-4	.604D+03	-.103D+03	.947D+02	-.171D+00	.693D+00	.867D+00	.500D+04
-3	.608D+03	-.693D+02	.110D+03	-.114D+00	.855D+00	.198D+01	.500D+04
-2	.611D+03	-.348D+02	.119D+03	-.569D-01	.962D+00	.796D+01	.500D+04
-1	.612D+03	-.130D-01	.122D+03	-.213D-04	.100D+01	INFINI	.500D+04
0	.612D+03	.138D-01	.122D+03	.225D-04	.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.612D+03	.282D-01	.122D+03	.461D-04	.100D+01	.841D+07	.500D+04
2	.612D+03	.188D+02	.121D+03	.307D-01	.977D+00	.132D+02	.500D+04
3	.613D+03	.375D+02	.118D+03	.611D-01	.913D+00	.331D+01	.500D+04
4	.614D+03	.560D+02	.114D+03	.911D-01	.816D+00	.147D+01	.500D+04
5	.617D+03	.742D+02	.107D+03	.120D+00	.700D+00	.829D+00	.500D+04
6	.618D+03	.978D+02	.984D+02	.158D+00	.579D+00	.535D+00	.500D+04
7	.622D+03	.116D+03	.859D+02	.187D+00	.448D+00	.365D+00	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.627D+03	.133D+03	.714D+02	.212D+00	.326D+00	.267D+00	.500D+04
9	.635D+03	.150D+03	.548D+02	.236D+00	.218D+00	.205D+00	.500D+04
10	.645D+03	.167D+03	.362D+02	.258D+00	.125D+00	.163D+00	.500D+04
11	.650D+03	.191D+03	.181D+02	.295D+00	.543D-01	.134D+00	.500D+04
12	.651D+03	.220D+03	-.353D+01	.338D+00	-.928D-02	.112D+00	.500D+04
13	.655D+03	.248D+03	-.313D+02	.378D+00	-.720D-01	.106D+00	.500D+04
14	.660D+03	.274D+03	-.654D+02	.415D+00	-.132D+00	.101D+00	.500D+04
15	.669D+03	.299D+03	-.106D+03	.446D+00	-.187D+00	.968D-01	.500D+04

GLISSEMENT -15 .694D+00

COMPRESSION -15 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.656D+03	-.450D+01	.280D+01	-.648D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.733D+03	.390D+01	.245D+01	.540D+02

JOINTS FAIBLES=====> -15 E 0 I 15 E

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 56

LIGNE DE POUSSEE MINIMALE A LA COTE MAXIMALE ZMAX*HMIN

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.332D+03	-.158D+02	.109D+02	-.477D-01	.388D-01	.406D-01	.500D+04
-14	.303D+03	-.169D+02	-.106D+01	-.558D-01	-.467D-02	.404D-01	.500D+04
-13	.279D+03	-.183D+02	-.111D+02	-.656D-01	-.600D-01	.447D-01	.500D+04
-12	.259D+03	-.196D+02	-.192D+02	-.756D-01	-.127D+00	.508D-01	.500D+04
-11	.244D+03	-.206D+02	-.256D+02	-.845D-01	-.204D+00	.597D-01	.500D+04
-10	.232D+03	-.211D+02	-.304D+02	-.911D-01	-.291D+00	.725D-01	.500D+04
-9	.222D+03	-.210D+02	-.339D+02	-.946D-01	-.385D+00	.912D-01	.500D+04
-8	.215D+03	-.203D+02	-.363D+02	-.944D-01	-.485D+00	.120D+00	.500D+04
-7	.209D+03	-.189D+02	-.379D+02	-.901D-01	-.587D+00	.164D+00	.500D+04
-6	.205D+03	-.168D+02	-.388D+02	-.819D-01	-.689D+00	.240D+00	.500D+04
-5	.202D+03	-.142D+02	-.393D+02	-.702D-01	-.785D+00	.381D+00	.500D+04
-4	.200D+03	-.111D+02	-.395D+02	-.554D-01	-.871D+00	.686D+00	.500D+04
-3	.199D+03	-.761D+01	-.396D+02	-.382D-01	-.940D+00	.156D+01	.500D+04
-2	.198D+03	-.387D+01	-.396D+02	-.195D-01	-.984D+00	.627D+01	.500D+04
-1	.198D+03	.481D-02	-.396D+02	.243D-04	-.100D+01	.185D+07	.500D+04
0	.198D+03	.781D-02	-.396D+02	.395D-04	-.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.198D+03	-.154D-02	-.396D+02	-.778D-05	-.100D+01	INFINI	.500D+04
2	.199D+03	-.121D+02	-.375D+02	-.609D-01	-.927D+00	.134D+01	.500D+04
3	.204D+03	-.242D+02	-.312D+02	-.119D+00	-.723D+00	.348D+00	.500D+04
4	.211D+03	-.361D+02	-.207D+02	-.171D+00	-.433D+00	.164D+00	.500D+04
5	.221D+03	-.477D+02	-.592D+01	-.215D+00	-.108D+00	.100D+00	.500D+04
6	.233D+03	-.534D+02	.135D+02	-.229D+00	.211D+00	.107D+00	.500D+04
7	.249D+03	-.632D+02	.352D+02	-.254D+00	.458D+00	.149D+00	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.269D+03	-.736D+02	.612D+02	-.273D+00	.652D+00	.222D+00	.500D+04
9	.293D+03	-.830D+02	.918D+02	-.283D+00	.790D+00	.353D+00	.500D+04
10	.322D+03	-.914D+02	.127D+03	-.284D+00	.876D+00	.573D+00	.500D+04
11	.347D+03	-.899D+02	.170D+03	-.259D+00	.953D+00	.143D+01	.500D+04
12	.370D+03	-.830D+02	.216D+03	-.224D+00	.998D+00	.309D+02	.500D+04
13	.397D+03	-.757D+02	.263D+03	-.191D+00	.100D+01	INFINI	.500D+04
14	.427D+03	-.680D+02	.312D+03	-.159D+00	.972D+00	.200D+01	.500D+04
15	.462D+03	-.596D+02	.363D+03	-.129D+00	.922D+00	.701D+00	.500D+04

GLISSEMENT 10 .284D+00

COMPRESSION 0 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.332D+03	-.374D+01	.236D+01	-.327D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.466D+03	.309D+01	.198D+01	.227D+02

JOINTS FAIBLES=====> 1 E 13 I 15 I

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 58

LIGNE DE POUSSEE MAXIMALE A LA COTE MAXIMALE ZMAX*HMAX

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.394D+03	-.123D+03	-.203D+03	-.313D+00	-.607D+00	.118D+00	.500D+04
-14	.373D+03	-.119D+03	-.188D+03	-.321D+00	-.670D+00	.150D+00	.500D+04
-13	.356D+03	-.115D+03	-.173D+03	-.324D+00	-.731D+00	.200D+00	.500D+04
-12	.344D+03	-.111D+03	-.158D+03	-.322D+00	-.788D+00	.278D+00	.500D+04
-11	.335D+03	-.105D+03	-.144D+03	-.314D+00	-.840D+00	.406D+00	.500D+04
-10	.329D+03	-.985D+02	-.131D+03	-.300D+00	-.884D+00	.627D+00	.500D+04
-9	.325D+03	-.909D+02	-.118D+03	-.280D+00	-.920D+00	.103D+01	.500D+04
-8	.322D+03	-.823D+02	-.107D+03	-.255D+00	-.949D+00	.181D+01	.500D+04
-7	.321D+03	-.727D+02	-.961D+02	-.226D+00	-.970D+00	.347D+01	.500D+04
-6	.321D+03	-.622D+02	-.868D+02	-.194D+00	-.985D+00	.755D+01	.500D+04
-5	.321D+03	-.508D+02	-.789D+02	-.158D+00	-.993D+00	.196D+02	.500D+04
-4	.321D+03	-.387D+02	-.727D+02	-.120D+00	-.998D+00	.686D+02	.500D+04
-3	.322D+03	-.261D+02	-.681D+02	-.812D-01	-.100D+01	.452D+03	.500D+04
-2	.322D+03	-.131D+02	-.653D+02	-.408D-01	-.100D+01	INFINI	.500D+04
-1	.322D+03	-.397D-02	-.644D+02	-.123D-04	-.100D+01	.751D+07	.500D+04
0	.322D+03	.616D-02	-.644D+02	.191D-04	-.100D+01	INFINI	.500D+04
1	.322D+03	.395D-02	-.644D+02	.123D-04	-.100D+01	INFINI	.500D+04
2	.323D+03	-.286D+01	-.632D+02	-.886D-02	-.964D+00	.446D+01	.500D+04
3	.327D+03	-.570D+01	-.597D+02	-.175D-01	-.864D+00	.113D+01	.500D+04
4	.332D+03	-.848D+01	-.538D+02	-.255D-01	-.715D+00	.515D+00	.500D+04
5	.340D+03	-.111D+02	-.455D+02	-.328D-01	-.541D+00	.299D+00	.500D+04
6	.348D+03	-.802D+01	-.345D+02	-.230D-01	-.360D+00	.198D+00	.500D+04
7	.361D+03	-.940D+01	-.230D+02	-.261D-01	-.207D+00	.148D+00	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.377D+03	-.115D+02	-.915D+01	-.305D-01	-.697D-01	.116D+00	.500D+04
9	.396D+03	-.131D+02	.731D+01	-.331D-01	.466D-01	.105D+00	.500D+04
10	.419D+03	-.140D+02	.264D+02	-.334D-01	.140D+00	.108D+00	.500D+04
11	.438D+03	-.551D+01	.508D+02	-.126D-01	.226D+00	.110D+00	.500D+04
12	.454D+03	.802D+01	.766D+02	.177D-01	.288D+00	.109D+00	.500D+04
13	.474D+03	.213D+02	.102D+03	.449D-01	.323D+00	.105D+00	.500D+04
14	.497D+03	.345D+02	.126D+03	.694D-01	.336D+00	.995D-01	.500D+04
15	.525D+03	.479D+02	.149D+03	.913D-01	.333D+00	.925D-01	.500D+04

GLISSEMENT -13 .324D+00

COMPRESSION -2 INFINI

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.413D+03	-.421D+01	.263D+01	-.474D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION		INCLINAISON
.527D+03	.352D+01	.223D+01	.352D+02

JOINTS FAIBLES======> 1 E -2 E -15 E

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - - 1 - 21-04-93
BC DISSYMETRIQUE PAGE 60

LIGNE OPTIMALE TRACTION-COMPRESSION

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
-15	.386D+03	-.697D+02	.120D+02	-.180D+00	.365D-01	.471D-01	.500D+04
-14	.361D+03	-.665D+02	.112D+02	-.184D+00	.411D-01	.500D-01	.500D+04
-13	.340D+03	-.635D+02	.108D+02	-.186D+00	.476D-01	.538D-01	.500D+04
-12	.324D+03	-.600D+02	.108D+02	-.185D+00	.571D-01	.588D-01	.500D+04
-11	.312D+03	-.561D+02	.113D+02	-.180D+00	.703D-01	.652D-01	.500D+04
-10	.302D+03	-.515D+02	.119D+02	-.170D+00	.876D-01	.733D-01	.500D+04
-9	.294D+03	-.460D+02	.127D+02	-.156D+00	.109D+00	.833D-01	.500D+04
-8	.289D+03	-.398D+02	.132D+02	-.138D+00	.131D+00	.953D-01	.500D+04
-7	.284D+03	-.328D+02	.135D+02	-.115D+00	.154D+00	.109D+00	.500D+04
-6	.281D+03	-.251D+02	.132D+02	-.894D-01	.170D+00	.123D+00	.500D+04
-5	.279D+03	-.168D+02	.121D+02	-.604D-01	.176D+00	.137D+00	.500D+04
-4	.277D+03	-.801D+01	.103D+02	-.290D-01	.164D+00	.146D+00	.500D+04
-3	.275D+03	.116D+01	.743D+01	.423D-02	.128D+00	.149D+00	.500D+04
-2	.273D+03	.106D+02	.355D+01	.386D-01	.640D-01	.144D+00	.500D+04
-1	.272D+03	.200D+02	-.143D+01	.735D-01	-.262D-01	.140D+00	.500D+04
0	.272D+03	.200D+02	-.143D+01	.736D-01	-.263D-01	.140D+00	.500D+04
1	.272D+03	.200D+02	-.143D+01	.736D-01	-.264D-01	.140D+00	.500D+04
2	.271D+03	.133D+02	-.541D+01	.490D-01	-.983D-01	.148D+00	.500D+04
3	.274D+03	.654D+01	-.629D+01	.239D-01	-.109D+00	.145D+00	.500D+04
4	.278D+03	-.214D+00	-.403D+01	-.767D-03	-.638D-01	.131D+00	.500D+04
5	.286D+03	-.690D+01	.141D+01	-.241D-01	.199D-01	.118D+00	.500D+04
6	.294D+03	-.783D+01	.104D+02	-.266D-01	.128D+00	.123D+00	.500D+04
7	.307D+03	-.133D+02	.205D+02	-.433D-01	.217D+00	.127D+00	.500D+04

SUITE DE LA LIGNE:

JOINT	EFFORT NORMAL	EFFORT TANGENT	MOMENT	INCLINAISON	EXCENTRICITE	TAUX	LIMITE
8	.323D+03	-.194D+02	.339D+02	-.601D-01	.301D+00	.132D+00	.500D+04
9	.343D+03	-.250D+02	.507D+02	-.729D-01	.373D+00	.138D+00	.500D+04
10	.367D+03	-.298D+02	.709D+02	-.813D-01	.429D+00	.142D+00	.500D+04
11	.387D+03	-.251D+02	.974D+02	-.650D-01	.490D+00	.148D+00	.500D+04
12	.406D+03	-.153D+02	.126D+03	-.378D-01	.533D+00	.148D+00	.500D+04
13	.427D+03	-.565D+01	.155D+03	-.132D-01	.547D+00	.142D+00	.500D+04
14	.452D+03	.411D+01	.184D+03	.909D-02	.541D+00	.131D+00	.500D+04
15	.482D+03	.142D+02	.213D+03	.296D-01	.520D+00	.118D+00	.500D+04

GLISSEMENT -13 .186D+00

COMPRESSION -3 .149D+00

REACTION D'APPUI GAUCHE

MODULE	POINT D'APPLICATION	INCLINAISON
.392D+03	-.374D+01	.236D+01	-.402D+02

REACTION D'APPUI DROITE

MODULE	POINT D'APPLICATION	INCLINAISON
.482D+03	.338D+01	.215D+01	.317D+02

JOINTS FAIBLES=====> -3 I 12 I 2 E 15 I

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE
BC DISSYMETRIQUE

- 1 - 21-04-93
PAGE 62

EDITION DU TABLEAU RECAPITULATIF

PREMIERE PARTIE

LIGNE	COTE Z	POUSSEE H	POUSSEE V	JOINTS FAIBLES			AUTRES JOINTS
ZMAX*HMIN	.4100D+01	.1980D+03	.7813D-02	1 E	13 I	15 I	
ZMAX*HMAX	.4100D+01	.3221D+03	.6165D-02	1 E	-2 E	-15 E	
ZMIN*HMAX	.3700D+01	.6116D+03	.1377D-01	-15 E	0 I	15 E	
ZMIN*HMIN	.3700D+01	.3224D+03	.5455D-02	2 I	0 I	15 I	
HMIN*	.4057D+01	.1493D+03	.3295D+02	13 I	-10 I	2 E	
HMAX*	.3707D+01	.8615D+03	.5138D+02	-15 E	15 E	-2 I	
OPTIMALE	.3905D+01	.2717D+03	.1999D+02	-3 I	12 I	2 E	15 I

LE COEFFICIENT DE RUPTURE VAUT: .6721779D+01

DEUXIEME PARTIE

TYPE DE LIGNE	REACTIONS D'APPUI GAUCHE				REACTIONS D'APPUI DROIT			
	MODULE	POINT DE PASSAGE		INCLINAISON	MODULE	POINT DE PASSAGE		INCLINAISON
ZMAX*HMIN	.33227D+03	-.37387D+01	.23585D+01	-.32730D+02	.46631D+03	.30882D+01	.19830D+01	.22660D+02
ZMAX*HMAX	.41280D+03	-.42138D+01	.26329D+01	-.47381D+02	.52673D+03	.35220D+01	.22334D+01	.35219D+02
ZMIN*HMAX	.65583D+03	-.45033D+01	.28000D+01	-.64773D+02	.73290D+03	.39047D+01	.24544D+01	.54047D+02
ZMIN*HMIN	.41304D+03	-.39315D+01	.24698D+01	-.47412D+02	.52692D+03	.33102D+01	.21111D+01	.35248D+02
HMIN*	.33877D+03	-.31861D+01	.20395D+01	-.22734D+02	.41838D+03	.30716D+01	.19734D+01	.18235D+02
HMAX*	.90579D+03	-.45033D+01	.28000D+01	-.68574D+02	.92442D+03	.45033D+01	.28000D+01	.65800D+02
OPTIMALE	.39228D+03	-.37403D+01	.23595D+01	-.40229D+02	.48224D+03	.33844D+01	.21540D+01	.31693D+02

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE - 1 - 21-04-93
PAGE 64

RAPPEL GENERAL DES RESULTATS

CHARGE	TITRE	COEFFICIENT	REAC.HORI.DR.	REAC.VERT.DR.	REAC.HORI.GA.	REAC.VERT.GA.
1	BT SYMETRIQUE	.5264D+01	.334D+03	.368D+03		
2	BC DISSYMETRIQUE	.6722D+01	.253D+03	.410D+03	-.253D+03	.299D+03

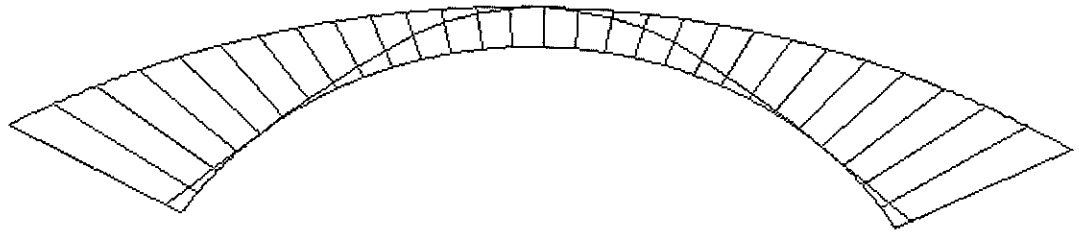
LE CAS DE CHARGE NUMERO 1 EST LE PLUS DEFAVORABLE
SON COEFFICIENT DE RUPTURE VAUT : .5264D+01

VSUALISATION GRAPHIQUE

SETRA
VOUTE 1.0
BT SYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE ZMAX*HMIN:CRITERE DE TRACTION



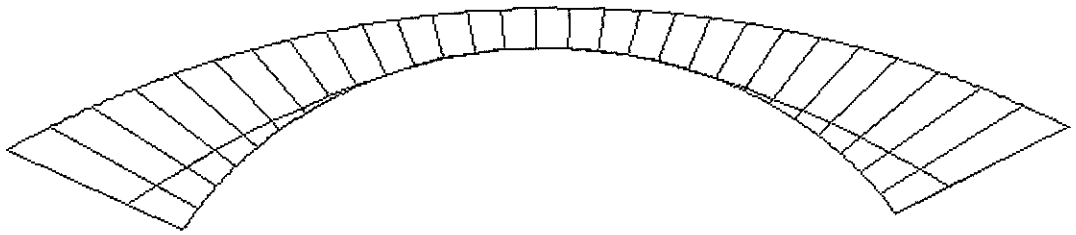
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BT SYMETRIQUE

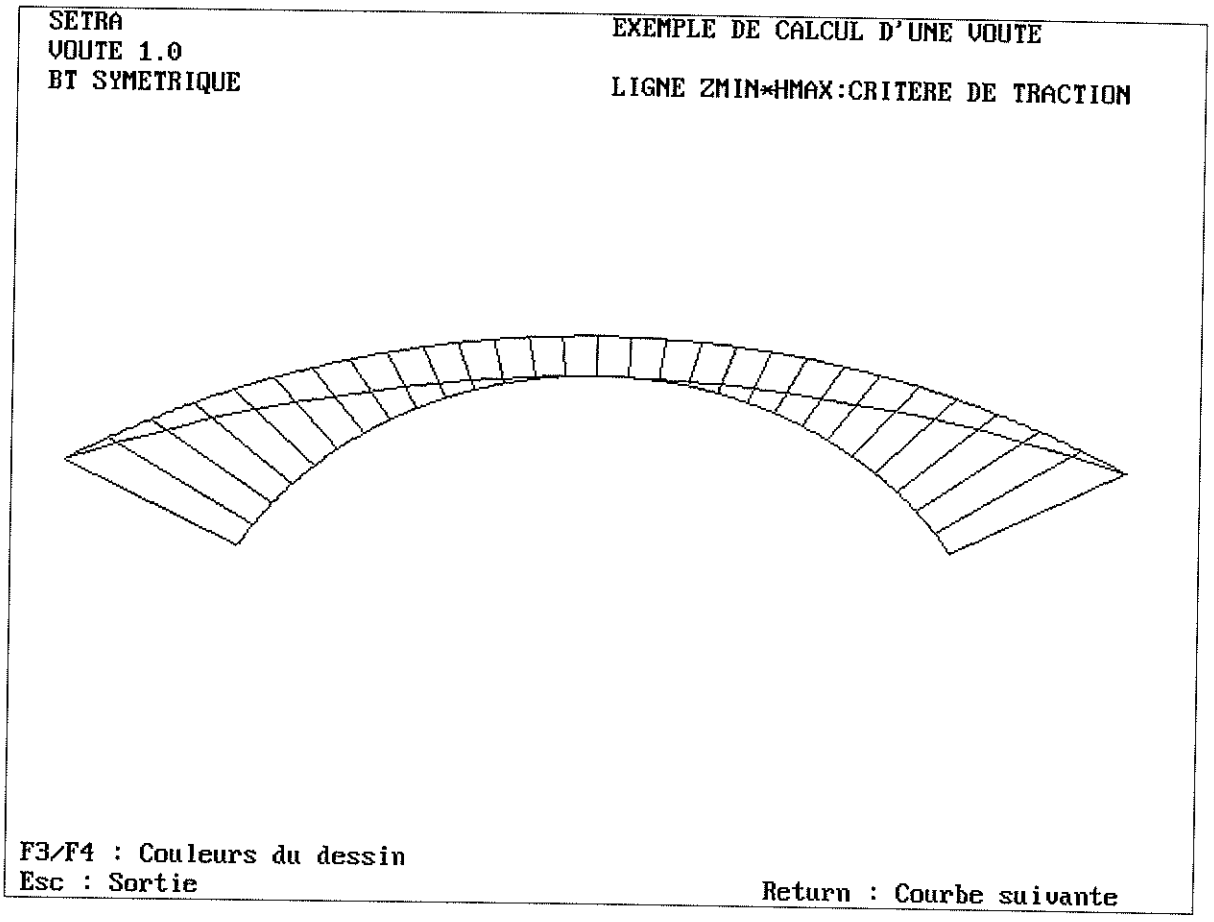
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE ZMIN*HMIN:CRITERE DE TRACTION



F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

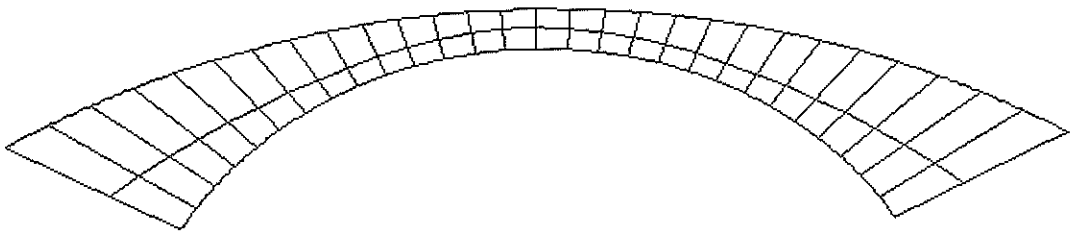
Return : Courbe suivante


SETRA
VOUTE 1.0
BT SYMETRIQUE
EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE
LIGNE ZMIN*HMAX:CRITERE DE TRACTION
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie
Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BT SYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE OPTIMALE TRACTION-COMPRESSION



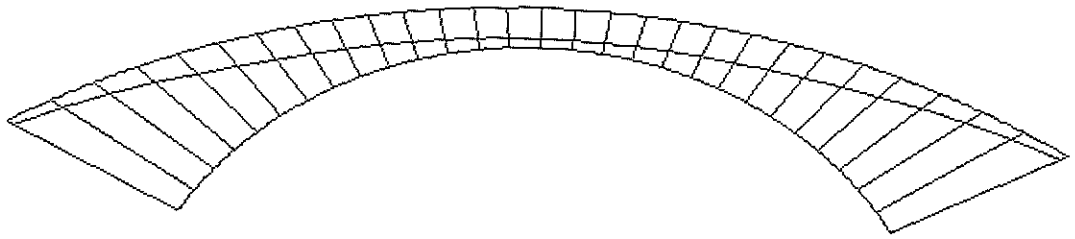
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BT SYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE HMAX:CRITERE DE COMPRESSION



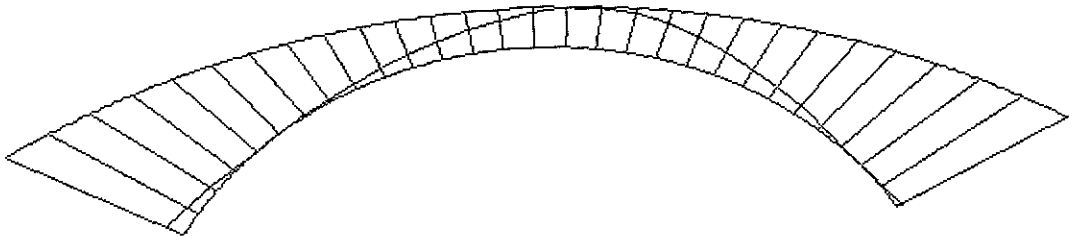
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BC DISSYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE HMIN



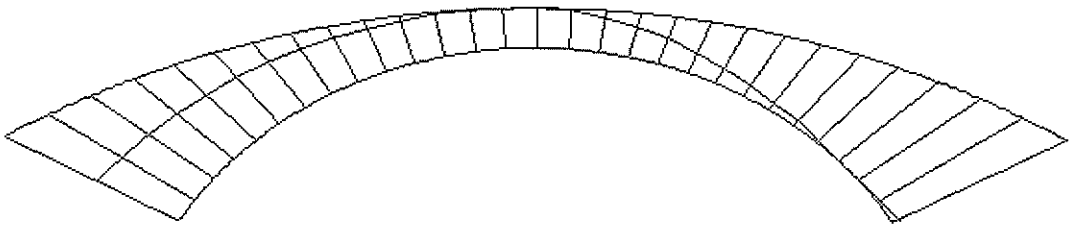
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BC DISSYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE ZMAX*HMIN



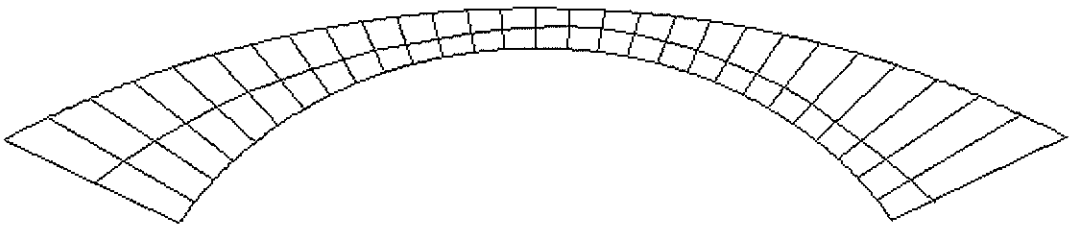
F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

SETRA
VOUTE 1.0
BC DISSYMETRIQUE

EXEMPLE DE CALCUL D'UNE VOUTE

LIGNE OPTIMALE TRACTION-COMPRESSION



F3/F4 : Couleurs du dessin
Esc : Sortie

Return : Courbe suivante

Logiciel développé et édité
par le CITS du SETRA

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
Centre Informatique Technique et Scientifique
46, avenue aristide Briand
B.P. 100, 92223 BAGNEUX CEDEX
Tél. (1) 46 11 31 31
Fax (1) 46 11 3169