

# **ANNEXE**

## **Exemple sur l'élaboration d'un programme**

\* **poutre avec cinq ouvertures circulaires sur deux appuis simples sous un chargement**  
 \* **uniformément repartie**

\*\*\*\*\*

**TITR 'poutre sur deux appuis ' ;**  
**opti dime 2 elem QUA8 MODE PLAN CONT;**  
**\*opti dime 3 mode trid elem qua4 ;**

**\*\* géométrie de la poutre**

d = 0.4;  
 tf = 0.0135;  
 ha = H - (2\*tf);  
 bf = 0.18;  
 tw = 0.0086;  
 b = bf-tw;  
 \*

**\*\* calcul des données géométriques**

\*  
 s1= (bf\*H)-(b\*ha);  
 IY= ((bf\*(H\*\*3))-(b\*(ha\*\*3)))/12;  
 IZ= (2\*ep\*(bf\*\*3)+ha\*(d\*\*3))/12;  
 mess IY;  
 \*fin

**\*\***

D = 0.24;  
 D01 = D/2;  
 D02 = 0.2;  
 d1= 0.4;  
 d2= 0.175;  
 d3= (3.45/8);  
 h1= 0.155;  
 h2= 0.055;

w1 =(d1+d2)- D01;  
 w =(2\*(d2+d3))- D;

**\*\* nombre d'ouvertures**

N=5;

**\*\* longueur de la poutre**

L = ((2\*N\*d2)+(2\*(N-1)\*d3)+(2\*d1));

**\*\* résultats de L , W et WL**

mess L;  
 mess w;  
 mess w1;  
 \*fin

\*

**\*\* calcul de la flèche théorique**

\*

```

F=1333.33;
e=2.1E11;
*
*charge uniforme
*
VYb = -5*F*(L**4)/(384*e*IY);
k=2;
x=0.5*L;

VYa = (0.25*N*k)*((D**2)/(L**2))*VYb;
*VYa = (0.5*N*k)*((D2*D)/(L**2))*VYb;

```

```

*la fleche totale
*
VYT =VYb+VYa;
mess VYb;
mess VYa;
mess VYT;
*fin

```

**\* \* calcul de la contrainte théorique**

```

*
Mf= -1*F*(L**2)/8;
list Mf;
W=2*IY/H;
list w;

SMXXT = -1*mf/(W*1.E6);

```

\*\*\*\*\*

**\*\* maillage**

```

n1 = 6;
n2 = 1;
n3 = 13;
n4 = 13;
n5 = 5;
nc=(n1+n5);
nc1=2;
nf=3;
ng=4;
*

```

**\*\* appui**

```

Z1=-1*(H/2);
*

```

```

X0= L/2;
Zo = ha/2;
O = X0 0.;

```

$$\begin{aligned}
O_m &= X_0 Z_0; \\
X_1 &= (d_1+d_2); \\
O_1 &= X_1 0. ; \\
X_2 &= (X_1+d_2+d_3+d_3+d_2); \\
O_2 &= X_2 0. ; \\
X_3 &= (X_2+d_2+d_3+d_3+d_2); \\
O_3 &= X_3 0. ; \\
X_4 &= (X_3+d_2+d_3+d_3+d_2); \\
O_4 &= X_4 0. ; \\
X_5 &= (X_4+d_2+d_3+d_3+d_2); \\
O_5 &= X_5 0. ;
\end{aligned}$$

\*

**\*\* points ( flange )**

\*

$$\begin{aligned}
PfO_1 &= X_0 Z_0 ; \\
PfO_2 &= X_0 (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Pf_1 &= 0. Z_0 ; \\
Pf_2 &= 0. (Z_0+tf) ; \\
Pf_3 &= d_1 Z_0 ; \\
Pf_4 &= d_1 (Z_0+tf) ; \\
Pf_5 &= X_1 Z_0 ; \\
Pf_6 &= X_1 (Z_0+tf) ; \\
Pf_7 &= (X_1+d_2) Z_0 ; \\
Pf_8 &= (X_1+d_2) (Z_0+tf) ; \\
Pf_9 &= (X_1+d_2+d_3) Z_0 ; \\
Pf_{10} &= (X_1+d_2+d_3) (Z_0+tf) ; \\
Pf_{11} &= (X_2-d_2) Z_0 ; \\
Pf_{12} &= (X_2-d_2) (Z_0+tf) ; \\
Pf_{13} &= X_2 Z_0 ; \\
Pf_{14} &= X_2 (Z_0+tf) ; \\
Pf_{15} &= (X_2+d_2+d_3) Z_0 ; \\
Pf_{16} &= (X_2+d_2+d_3) (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Pf_{17} &= (X_3+d_2+d_3) Z_0 ; \\
Pf_{18} &= (X_3+d_2+d_3) (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Pf_{19} &= (X_4-d_2) Z_0 ; \\
Pf_{20} &= (X_4-d_2) (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Pf_{21} &= X_4 Z_0 ; \\
Pf_{22} &= X_4 (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Pf_{23} &= (X_4+d_2+d_3) Z_0 ; \\
Pf_{24} &= (X_4+d_2+d_3) (Z_0+tf) ;
\end{aligned}$$

$$Pf_{25} = (X_5+d_2+d_3) Z_0 ;$$

$$Pf26 = (X5+d2+d3) (Zo+tf) ;$$

\*

**\*\* points (poutre contour)**

$$p1 = L 0. ;$$

\*

$$p1 = 0. 0. ;$$

$$p2 = 0. h1;$$

$$p3 = 0. Zo;$$

\*

$$p4 = (X1-d2) Zo;$$

$$p5 = (X1-d2) h1;$$

$$p6 = (X1-d2) 0. ;$$

\*

$$p7 = X1 Zo;$$

$$p8 = X1 h1;$$

\*

$$p9 = X1 D01;$$

$$p10 = (X1-D01) 0. ;$$

$$p01 = (X1+D01) 0. ;$$

\*\*

$$p11 = (X1+d2) Zo;$$

$$p12 = (X1+d2) h1;$$

$$p13 = (X1+d2) 0.;$$

\*

$$p14 = (X1+d2+d3) Zo;$$

$$p15 = (X1+d2+d3) h1;$$

$$p16 = (X1+d2+d3) 0.;$$

\*\*

\*

$$p17 = (X2-d2) Zo;$$

$$p18 = (X2-d2) h1;$$

$$p19 = (X2-d2) 0.;$$

\*

$$p20 = X2 Zo;$$

$$p21 = X2 h1;$$

\*

$$p22 = X2 D01;$$

$$p23 = (X2-D01) 0. ;$$

\*

$$p24 = (X2+d2+d3) Zo;$$

$$p26 = (X2+d2+d3) 0.;$$

\*

\*

$$p34 = (X3+d2+d3) Zo;$$

$$p25 = (X3+d2+d3) h1;$$

$$p36 = (X3+d2+d3) 0. ;$$

p27 = (X4-d2) Zo;  
 p28 = (X4-d2) h1;  
 p29 = (X4-d2) 0. ;  
 \*

p30 = X4 Zo;  
 p31 = X4 h1;  
 \*

p32 = X4 D01;  
 p33 = (X4-D01) 0.;  
 \*

p37 = X4 Zo;  
 \*

p38 = (X4+d2+d3) Zo;  
 p39 = (X4+d2+d3) 0. ;  
 \*

p40 = (X5+d2+d3) Zo;  
 p41 = (X5+d2+d3) 0.;

\*

## \*\* CONTOUR DE LA POUTRE

\*

p1p2 = DROI p1 n5 p2;  
 p2p3 = DROI p2 n2 p3;  
 p1p3 = p1p2 ET p2p3;

p3p4 = DROI p3 n3 p4;

p4p5 = DROI p4 n2 p5;  
 p5p6 = DROI p5 n5 p6;  
 p4p6 = p4p5 ET p5p6;

p6p1 = DROI p6 n3 p1;

\*

p4p7 = DROI p4 n1 p7;  
 p7p8 = DROI p7 n2 p8;  
 p8p5 = DROI p8 n1 p5;  
 p5p4 = DROI p5 n2 p4;  
 \*

p7p11 = DROI p7 n1 p11;  
 p11p12 = DROI p11 n2 p12;  
 p12p8 = DROI p12 n1 p8;  
 p8p7 = DROI p8 n2 p7;  
 \*

p13p12 = DROI p13 n5 p12;  
 p12p11 = DROI p12 n2 p11;  
 p13p11 = p13p12 ET p12p11;

p11p14 = DROI p11 n4 p14;

p14p15 = DROI p14 n2 p15;  
 p15p16 = DROI p15 n5 p16;  
 p14p16 = p14p15 ET p15p16;

p16p13 = DROI p16 n4 p13;  
 \*

p16p15 = DROI p16 n5 p15;  
 p15p14 = DROI p15 n2 p14;  
 p16p14 = p16p15 ET p15p14;

p14p17 = DROI p14 n4 p17;

p17p18 = DROI p17 n2 p18;  
 p18p19 = DROI p18 n5 p19;  
 p17p19 = p17p18 ET p18p19;

p19p16 = DROI p19 n4 p16;  
 \*

p17p20 = DROI p17 n1 p20;  
 p20p21 = DROI p20 n2 p21;  
 p21p18 = DROI p21 n1 p18;  
 p18p17 = DROI p18 n2 p17;  
 \*

p36p25 = DROI p36 n5 p25;  
 p25p34 = DROI p25 n2 p34;  
 p36p34 = p36p25 ET p25p34;

p34p27 = DROI p34 n4 p27;

p27p28 = DROI p27 n2 p28;  
 p28p29 = DROI p28 n5 p29;  
 p27p29 = p27p28 ET p28p29;

p29p36 = DROI p29 n4 p36;  
 \*

p27p30 = DROI p27 n1 p30;  
 p30p31 = DROI p30 n2 p31;  
 p31p28 = DROI p31 n1 p28;  
 p28p27 = DROI p28 n2 p27;  
 \*

**\*\* droite flange**

\*

pfO1Om = DROI pfO1 nf Om;

OmpfO2 = DROI Om nf pfO2;

pfO1pfO2 = pfO1Om et OmpfO2;  
 \*

\*pf1p3 = DROI Pf1 nf P3;

p3pf2 = DROI P3 nf Pf2;

\*pf1pf2 = pf1p3 et p3pf2;

\*

\*pf3p4 = DROI Pf3 nf P4;

p4pf4 = DROI P4 nf Pf4;

\*pf3pf4 = pf3p4 et p4pf4;

\*

\*pf5p7 = DROI Pf5 nf P7;

p7pf6 = DROI P7 nf Pf6;

\*pf5pf6 = pf5p7 et p7pf6;

\*

\*pf7p11 = DROI Pf7 nf P11;

p11pf8 = DROI P11 nf Pf8;

\*pf7pf8 = pf7p11 et p11pf8;

\*

\*pf9p14 = DROI Pf9 nf P14;

p14pf10 = DROI P14 nf Pf10;

\*pf9pf10 = pf9p14 et p14pf10;

\*

\*\*\*\*\*

pf11p17 = DROI Pf11 nf P17;

p17pf12 = DROI P17 nf Pf12;

pf11pf12 = pf11p17 et p17pf12;

\*

pf13p20 = DROI Pf13 nf P20;

p20pf14 = DROI P20 nf Pf14;

pf13pf14 = pf13p20 et p20pf14;

\*

pf15p24 = DROI Pf15 nf P24;

p24pf16 = DROI P24 nf Pf16;

pf15pf16 = pf15p24 et p24pf16;

\*

pf17p34 = DROI Pf17 nf P34;



p34pf18 = DROI P34 nf Pf18;

pf17pf18 = pf17p34 et p34pf18;  
\*

pf19p27 = DROI Pf19 nf P27;

p27pf20 = DROI P27 nf Pf20;

pf19pf20 = pf19p27 et p27pf20;  
\*

pf21p37 = DROI Pf21 nf P37;

p37pf22 = DROI P37 nf Pf22;

pf21pf22 = pf21p37 et p37pf22;  
\*

## \*\* CONTOUR DU CERCLE

\*

CC1 = CERC nc p9 O1 p10 ;

CC2 = CERC nc p01 O1 p9 ;

CC3 = CERC nc p22 O2 p23 ;

CC4 = CERC nc p32 O4 p33;

\*

\*-----

## \*\* SURFACES \*\*

\*

### \* POUTRE 1. PARTIE

\*

\*-----

\*\*\*\*\*

#### \*web

\*\*\*\*\*

\*

surwc1 = DALL p1p3 p3p4 p4p6 p6p1;

surwc2 = DALL p13p11 p11p14 p14p16 p16p13;

surwc3 = surwc1 et surwc2;

\*trac surwc3;

\*

surwbs01 = DALL p4p7 p7p8 p8p5 p5p4;

\*TRAC surwbs01;

surwbs02 = DALL p7p11 p11p12 p12p8 p8p7;

\*TRAC surwbs02;

surwbs03 = surwbs01 ET surwbs02 ;

\*TRAC surwbs03;

\*

## \*\* 1/4 RECTANGLE AVEC TROU CIRCULAIRE

surCC1 = (p8p5 ET p5p6) REGL nc1 CC1;  
 surCC2 = (p13p12 ET p12p8) REGL nc1 CC2;  
 ELIM surCC1 0.0005;  
 ELIM surCC2 0.0005;

surws1 = surwc3 ET surwbs03 ET surCC1 ET surCC2;  
 surws1= surws1 COUL rouge;  
 ELIM surws1 0.0005;  
 TRAC surws1;  
 \*fin  
 \*

surw1 = surws1 SYME DROI O Om;  
 surws2= surws1 et surw1;  
 ELIM surws2 0.0005;  
 \*TRAC surws2;  
 \*\*  
 \*

surwc4 = DALL p16p14 p14p17 p17p19 p19p16;  
 surwbs4 = DALL p17p20 p20p21 p21p18 p18p17;  
 \*

**\* \* 1/4 RECTANGLE AVEC TROU CIRCULAIRE**  
 \*

surCC3 = (p21p18 ET p18p19) REGL nc1 CC3;  
 ELIM surCC3 0.0005;  
 surw2 = surwc4 ET surwbs4 ET surCC3;  
 surw2= surw2 COUL rose;  
 ELIM surw2 0.0005;  
 \*TRAC surw2;  
 \*

surw3 = surw2 SYME DROI p20 O2;  
 surw4= surw2 et surw3;  
 ELIM surw4 0.0005;  
 \*trac surw4;  
 \*

surws3= surws2 et surw4;  
 ELIM surws3 0.0005;  
 \*TRAC surws3;  
 \*

surw5= surws1 et surw4;  
 ELIM surw5 0.0005;  
 \*TRAC surw5;  
 \*

surw6 = surw5 SYME DROI O Om;  
 surws4= surw5 et surw6;  
 ELIM surws4 0.0005;  
 \*TRAC surws4;  
 \*

surw7 = surw4 SYME DROI p24 p26;  
 surw8= surw4 et surw7;  
 ELIM surw8 0.0005;

```

*TRAC surw8;
*
surwc5 = DALL p36p34 p34p27 p27p29 p29p36;
surwbs5 = DALL p27p30 p30p31 p31p28 p28p27;
*
* 1/4 RECTANGLE AVEC TROU CIRCULAIRE
*
surCC4 = (p31p28 ET p28p29) REGL nc1 CC4;
ELIM surCC4 0.0005;
surw9 = surwc5 ET surwbs5 ET surCC4;
surw9= surw9 COUL rose;
ELIM surw9 0.0005;
*TRAC surw2;
*
surw10 = surw9 SYME DROI p30 O4;
surw11= surw9 et surw10;
ELIM surw11 0.0005;
*trac surw11;
*
surw12= surw8 et surw11;
ELIM surw12 0.0005;
*trac surw12;
*
surws5= surws2 et surw12;
ELIM surws5 0.0005;
*TRAC surws5;
*
*****
* flange
*****
*
vec1 = d1 0. ;
surflan1 = p3pf2 TRANS n3 vec1;
ELIM surflan1 0.0005;
*trac surflan1;
*fin
*
vec2 = d2 0. ;
surflan2 = p4pf4 TRANS n1 vec2;
ELIM surflan2 0.0005;
*trac surflan2;
*fin
*
vec3 = d2 0. ;
surflan3 = p7pf6 TRANS n1 vec3;
ELIM surflan3 0.0005;
*trac surflan3;
*fin
*
vec4 = d3 0. ;

```

```
surflan4 = p11pf8 TRANS n4 vec4;
ELIM surflan4 0.0005;
*trac surflan4;
*fin
*
vec5 = d3 0. ;
surflan5 = p14pf10 TRANS n4 vec5;
ELIM surflan5 0.0005;
*trac surflan5;
*fin
vec6 = d2 0. ;
surflan6 = p17pf12 TRANS n1 vec6;
ELIM surflan6 0.0005;
*trac surflan6;
*fin
*
vec7 = d3 0. ;
surflan9 = p34pf18 TRANS n4 vec7;
ELIM surflan9 0.0005;
*trac surflan9;
*fin
vec8 = d2 0. ;
surfln10 = p27pf20 TRANS n1 vec8;
ELIM surfln10 0.0005;
*trac surfln10;
*fin
**
surfls1= surflan1 et surflan2 et surflan3 et surflan4;
ELIM surfls1 0.0005;
*TRAC surfls1;
*
surfl1 = surfls1 SYME DROI PfO1 PfO2;
surfls2= surfls1 et surfl1;
ELIM surfls2 0.0005;
*TRAC surfls2;
*
surflan7 = surflan5 et surflan6;
ELIM surflan7 0.0005;
surflan8 = surflan7 SYME DROI pf13 pf14;
surfl2= surflan7 et surflan8;
ELIM surfl2 0.0005;
*TRAC surfl2;
*
surfls3= surfls2 et surfl2;
ELIM surfls3 0.0005;
*TRAC surfls3;
*
surfln11 = surflan9 et surfln10;
ELIM surfln11 0.0005;
*
```

surfl3= surfls1 et surfl2;  
ELIM surfl3 0.0005;  
\*TRAC surfl3;  
\*  
surfl4 = surfl3 SYME DROI pf01 pf02;  
surfls4= surfl3 et surfl4;  
ELIM surfls4 0.0005;  
\*TRAC surfls4;  
\*  
surfl5 = surfl2 SYME DROI pf15 pf16;  
surfl6= surfl2 et surfl5;  
ELIM surfl6 0.0005;  
\*TRAC surfl6;  
\*  
surfln12 = surfln11 SYME DROI pf21 pf22;  
surfl7= surfln11 et surfln12;  
ELIM surfl7 0.0005;  
\*TRAC surfl7;  
surfl8= surfl6 et surfl7;  
ELIM surfl8 0.0005;  
\*TRAC surfl8;  
surfls5= surfl8 et surfls2;  
ELIM surfls5 0.0005;  
\*TRAC surfls5;  
\*  
\*\*\*\*\*  
**\*\* poutre**  
\*\*\*\*\*  
\*  
surfli5 = surfls5 SYME DROI p1 pl ;  
surflang = surfls5 et surfli5;  
surflang= surflang COUL jaune;  
ELIM surflang 0.0005;  
TRAC surflang;  
\*  
surwi5 = surws5 SYME DROI p1 pl ;  
surweb = surws5 et surwi5;  
surweb= surweb COUL rose;  
ELIM surweb 0.0005;  
TRAC surweb;  
\*  
sur1 = surflang et surweb;  
ELIM sur1 0.0005;  
TRAC sur1;  
\*  
\*FIN  
\*  
\*  
ELSUR1 = NBEL SUR1;  
NOSUR1 = NBNO SUR1;

\*

\* **MODELE**

\*

---

MOD1=MODL surflang MECANIQUE ELASTIQUE ISOTROPE ;  
 MOD2=MODL surweb MECANIQUE ELASTIQUE ISOTROPE ;  
 MOD=MOD1 ET MOD2;

\*

\* **MATERIAUX**

\*

---

E=2.1E11 ;  
 MAT1 = MATE MOD1 YOUN 2.1E11 NU .3 dim3 bf RHO 7.85E3 ;  
 MAT2 = MATE MOD2 YOUN 2.1E11 NU .3 dim3 tw RHO 7.85E3 ;  
 MAT=MAT1 ET MAT2;

RIG1 = RIGI MOD MAT;

**\*\* CONDITIONS LIMITES \*\***

AP1 = 0. 0.;

AP2 = L 0.;

AP1 = sur1 POIN PROC AP1;

AP2 = sur1 POIN PROC AP2;

CL1 = BLOQ ux uy AP1;

CL2 = BLOQ uy AP2;

CLTOT = CL1 et CL2;

\*

RIGTOT = RIG1 ET CLTOT;

**\*\* CHARGEMENT \*\***

**\*\* Force linéique répartie verticale de -1333.33 N/m,**

NEL1=NBEL sur1;

\*

FTOTAL = -1333.33 \* L;

FPOINT = FTOTAL / (2.\*NEL1);

\*CHAR1 = FORC Fy FPOINT sur1;

CHAR1 = FORC Fy 0. Pf2;

I=0;

REPETER BLOC1 NEL1;

I=I+1;

POI1=sur1 POIN I;

POI2=sur1 POIN (I+1);

FOR1=FORC Fy FPOINT POI1;

FOR2=FORC Fy FPOINT POI2;

CHAR1=CHAR1 ET FOR1 ET FOR2;  
FIN BLOC1;

CHA1= CHAR1;

\*

VECT1=VECT CHA1 3.E-4 FX FY ROUGE;  
trac VECT1 sur1 TITRE 'vecteur charge uniforme';

**\*\* RESOLUTION \*\***

dep = RESO RIGTOT CHA1;

**\*\* POSTRAITEMENT \*\***

sig1 = SIGMA MOD MAT dep;  
sx = (EXCO sig1 SMXX)/1.E6;  
sy = (EXCO sig1 SMYY)/1.E6;  
sxy=( EXCO sig1 SMXY)/1.E6;  
TITR 'CONSTRAINTES SX (MAXI='(MAXI SX)'MPA)';  
TRAC sx MAT MOD;  
TITR 'CONSTRAINTES SY (MAXI='(MAXI SY)'MPA)';  
TRAC sy MAT MOD;  
TITR 'CONSTRAINTES SXY (MAXI='(MAXI SXY)'MPA)';  
TRAC sxy MAT MOD;

VMIS1 = (VMIS MOD SIG1)/1.E6 ;  
TITR 'CONSTRAINTES DE VON MISES (MAXI='(MAXI VMIS1)'MPA)';  
TRAC VMIS1 MAT MOD;

depy = DEFO dep sur1 ;  
TRAC depy;

\*

**\*\* flèche maximale**

\*

DY=EXCO dep UY;  
DYABS=ABS DY;  
DYMAX=MAXI DYABS;  
MESS 'fleche maximale en mètre :'DYMAX;

\*\*\*\*

\*

**\*\* calcul du champs de contraintes totales**

\*

\*

CHAM1 = CHAN NOEUD MOD SIG1;  
CHPO1 = CHAN CHPO MOD CHAM1;

\*

**\*\* extraction des résultats et comparaison avec la solution analytique**

\*

**\*calcul de la contrainte**

\*

P50 = SUR1 POINT PROC ((L/2) (Zo+tf));

P60 = SUR1 POINT PROC ((L/2) (Z1));

SMXXC = (EXTR CHPO1 SMXX P60)/1.E6;

\*

**\* \* calcul de l'écart avec la solution de référence**

\*

ERG1 = 100\*(ABS((SMXXT-SMXXC)/SMXXT));

\*

**\*\* calcul de la flèche**

\*

VYC = EXTR DEP UY P60;

\*

**\*\* calcul de l'écart avec la solution de référence**

\*

ERG2 = 100\*(ABS((VYT-VYC)/VYT));

\*=====

**\* affichage des résultats**

\*=====

\*

MESS ' RESULTATS : TEST PLANGENE ';

MESS '-----';

SAUT 2 LIGN;

\*

MESS 'on cherche la contrainte en un point du maillage';

MESS 'elle est comparee a une valeur obtenue

analytiquement en ce même point';

SAUT 1 LIGN;

MESS ' Contrainte normale theorique :' SMXXT 'MPa';

SAUT 1 LIGN;

MESS ' Contrainte normale calculee :' SMXXC 'MPa';

SAUT 1 LIGN;

MESS ' Soit un ecart de :' ERG1 '%';

SAUT 2 LIGN;

MESS 'on cherche la fleche en un point du maillage';

MESS 'elle est comparee a une valeur obtenue

analytiquement en ce même point';

SAUT 1 LIGN;



```

MESS '      flech theorique :' VYT 'm';
SAUT 1 LIGN;
MESS '      fleche calculee :' VYC 'm';
SAUT 1 LIGN;
MESS '      Soit un ecart de :' ERG2 '%'
SAUT 2 LIGN;

```

```

MESS ' Nombre d elements :' ELSUR1
MESS ' Nombre de noeuds :' NOSUR1;
MESS ' soit '(NOSUR1 * 3)'d.d.l.';

```

```

*=====

```

```

=*

```

```

*

```

```

*=====

```

```

=

```

```

*      code fonctionnement

```

```

*=====

```

```

=

```

```

*

```

```

*      L'écart maximum entre valeur théorique et calculée doit être inférieure a 5.%. 

```

```

ERGXXC = MAXI (PROG ERG1 ERG2);

```

```

*

```

```

SAUT 2 LIGN;

```

```

SI (ERGXXC <EG 5.);

```

```

    ERRE 0;

```

```

SINON;

```

```

    ERRE 5

```

```

saut

```

```

*

```

```

*=====

```

```

*      Temps de calcul et fin

```

```

*=====

```

```

*

```

```

SAUT 1 LIGN;

```

```

TEMPS;

```

```

SAUT 1 LIGN;

```

```

*

```

```

fin

```

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**\*\* charge repartie \*\***

NEL1=NBEL sur1;

\*

FTOTAL = -F. \* L;  
FPOINT = FTOTAL / (2.\*NEL1);  
\*CHAR1 = FORC Fy FPOINT sur1;  
CHAR1 = FORC Fy 0. Pf2;  
I=0;  
REPETER BLOC1 NEL1;  
I=I+1;  
POI1=sur1 POIN I;  
POI2=sur1 POIN (I+1);

FOR1=FORC Fy FPOINT POI1;  
FOR2=FORC Fy FPOINT POI2;

CHAR1=CHAR1 ET FOR1 ET FOR2;  
FIN BLOC1;

CHA1= CHAR1;

\*

VECT1=VECT CHA1 3.E-4 FX FY ROUGE;  
trac VECT1 sur1 TITRE 'vecteur charge uniforme';

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**\*\* une charge concentrée \*\***

PF = L/2 Zo;

PF = sur1 POIN PROC PF;  
F = 0. -F.;

FOR = FORCE ( F) PF;  
CHA1 = FOR;

VECT1=VECT CHA1 3.E-4 FX FY ROSE;  
trac VECT1 sur1 TITRE 'vecteur charge concentrée';

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**\*\* deux charge concentrées \*\***

PF1 = a1 Zo;

PF2 = a2 Zo;

PF1 = sur1 POIN PROC PF1;

PF2= sur1 POIN PROC PF2;

F1 = 0. -F1;

FOR1 = FORCE ( F1) PF1;

F2 = 0. -F2;

FOR2 = FORCE (F2) PF2;

CHA1 = FOR1 ET FOR2;

VECT1=VECT CHA1 3.E-4 FX FY ROUGE;

trac VECT1 sur1 TITRE 'vecteur charge concentrée';