

Chapitre 7

Applications

7-1 Introduction :

Après avoir présenté, aux chapitres précédents, les programmes MESH2D (pour la génération de maillage en deux dimensions) et MESH3D (pour la génération de maillage en trois dimensions), nous nous proposons maintenant de l'appliquer à quelques problèmes rencontrés en génie mécanique.

Pour faire l'analyse d'une pièce mécanique, on doit calculer les contraintes et les déformations de la pièce soumise à des sollicitations diverses. Donc, on peut utiliser la méthode des éléments finis pour trouver les contraintes et les déformations.

Dans ce chapitre, nous allons présenter trois exemples d'application d'analyse par la méthode des éléments finis. Le premier exemple consiste en l'analyse d'une dent d'engrenage en deux dimensions, le deuxième est un exemple d'une pièce mécanique et le troisième est un exemple d'une pièce mécanique en trois dimensions.

7-2 Exemples d'utilisation du MESH2D en E.F. en 2D :

Ici, nous présentons l'exemple d'analyse d'une dent d'engrenage. La figure (7-1) présente le maillage généré et les conditions aux limites pour une dent d'engrenage.

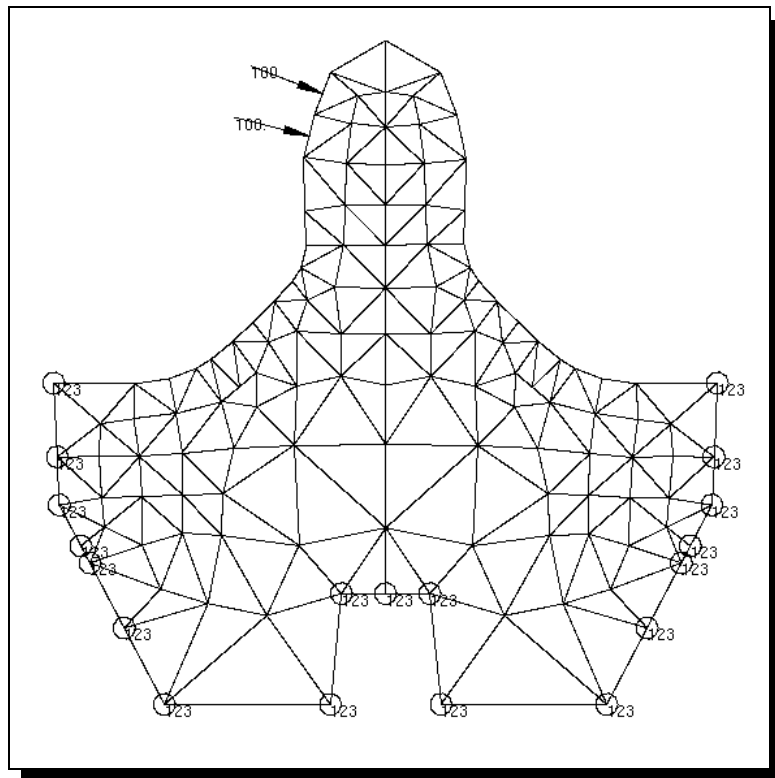


Figure 7-1 : Maillage généré et les conditions aux limites pour l'exemple d'une dent d'engrenage.

Les petits cercles correspondent aux points encastrés et les flèches sur un élément présentent la pression de 100N/mm^2 sur cet élément. Le maillage est généré en utilisant le programme MESH2D. Les données entrées de ce programme sont :

- Première partie :
 1. le nombre de points entrés (ici 32) et
 2. nombre de contours de frontières (ici 1).

- Deuxième partie :

Pour chaque point :

1. le numéro de point ;
2. les coordonnées X et Y ;
3. le paramètre de maillage et
4. le statut du point (0 --> point sur la courbe et 1 --> le point sur le coin).

(Pour cet exemple nous avons :

```

1 29.5 59.9 4 0
2 27.0 59.0 4 0
3 25.0 57.0 4 0
...
...
...
30 30.5 59.9 4 0
31 30.0 25.0 2 0
32 30.0 50.0 3 0 )

```

- Troisième partie :

Le contour extérieur et les contours intérieurs. Les sommes doivent être dans le sens trigonométrique pour la frontière extérieur (Le premier contour) et dans le sens horaire pour les contours intérieurs.

(Pour notre exemple

Contour extérieur : 1, 2, 3, ..., 29, 30
et pas de contour intérieur)

Les points qui ne sont pas dans les listes de contour sont considérés comme les points indépendants.

Les points entrés sont présentés dans la figure (7-2).

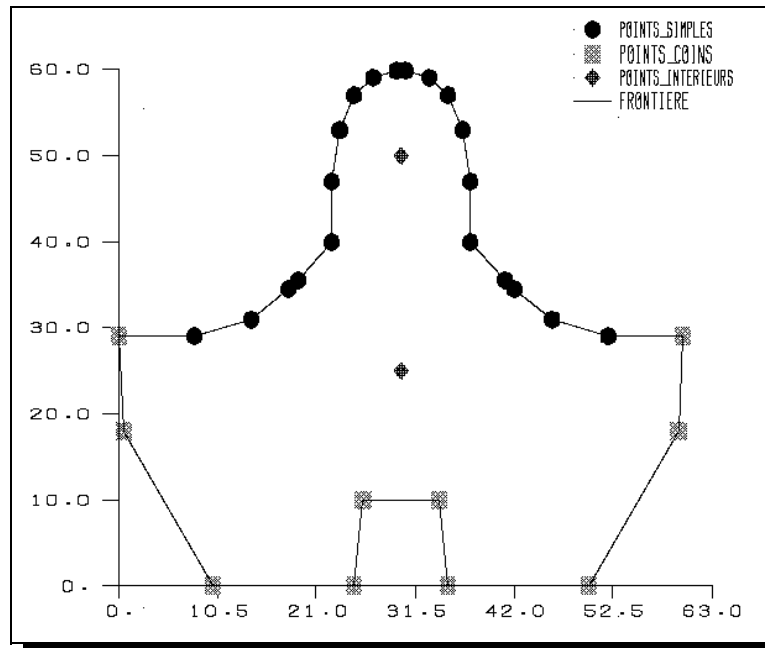


Figure 7-2 : Points donnés pour l'exemple d'une dent d'engrenage.

Après la génération du maillage, on peut analyser le problème en utilisant un logiciel d'éléments finis. Ici nous avons utilisé le logiciel PATRAN. Le programme MESH2D génère le fichier d'entrée de PATRAN (le fichier .ses). En utilisant ce fichier, on peut avoir tous les éléments générés dans le logiciel PATRAN. Les résultats suivants correspondent aux différentes sorties de PATRAN après l'analyse par éléments finis avec P/FEA (figure 7-3 à 7-6).

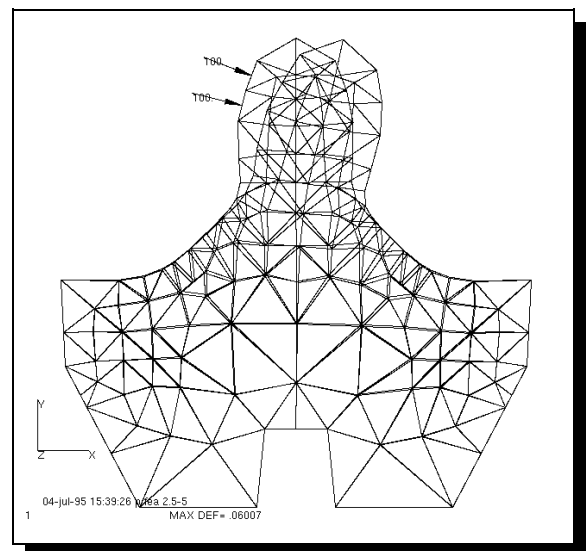
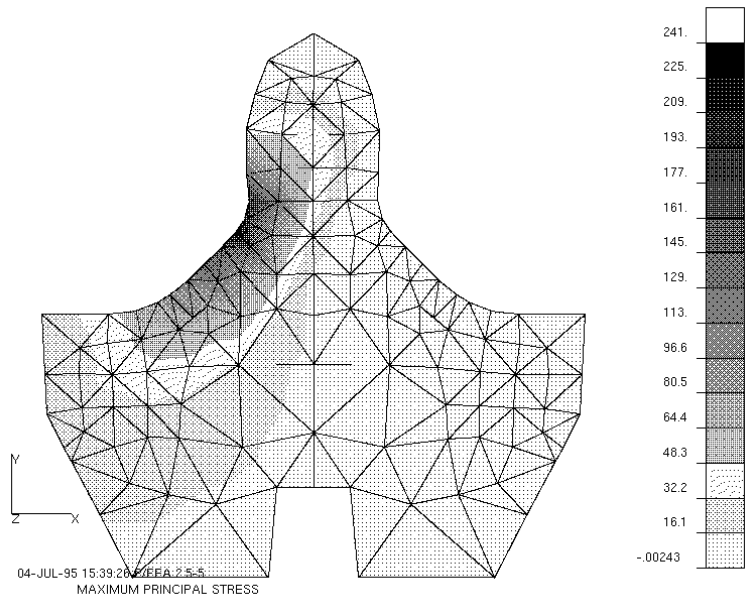
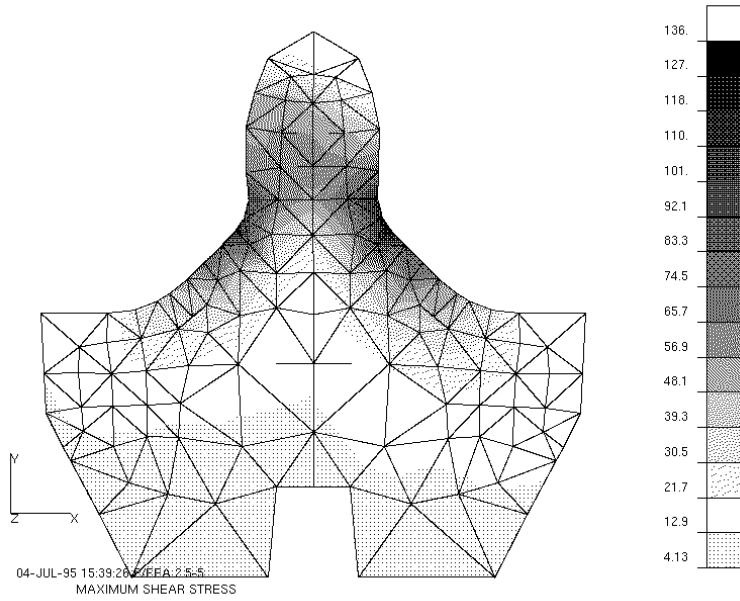


Figure 7-3 : Déformation de la dent.

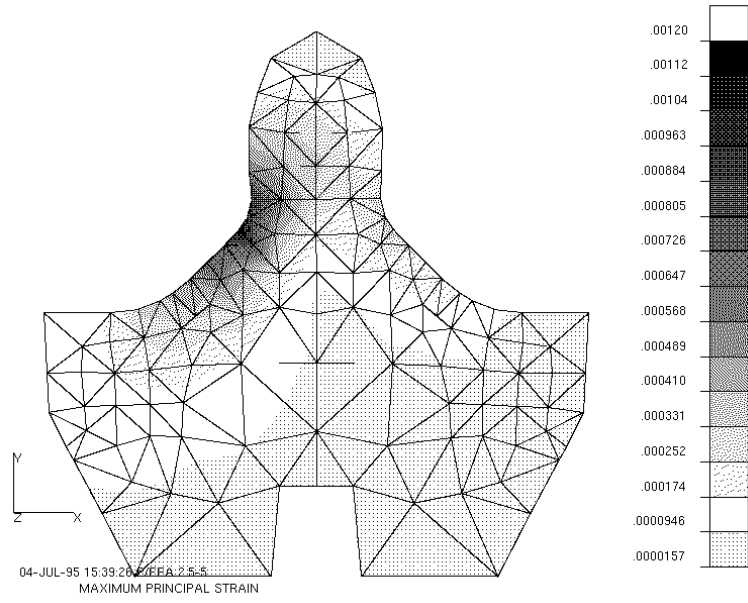


a)

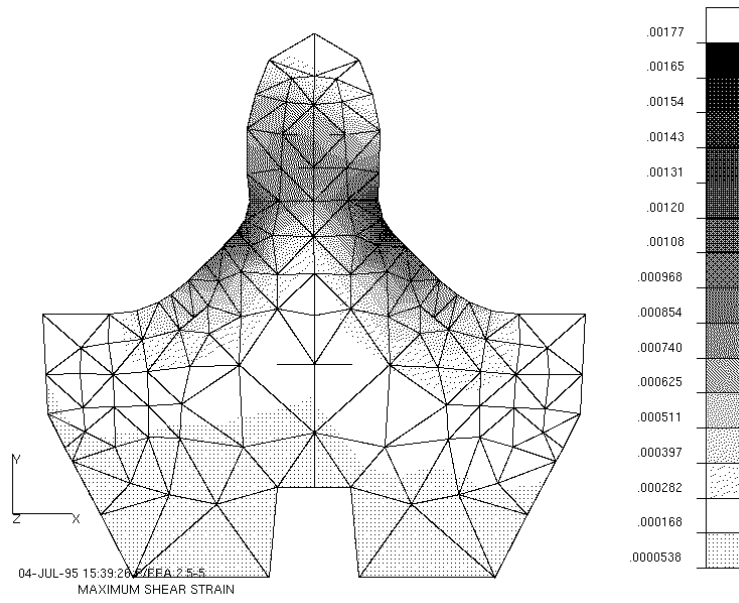


b)

Figure 7-4 : Résultats des contraintes a) contrainte principale maximale, b) contrainte de cisaillement maximum.



a)



b)

Figure 7-5 : Résultats des déformations a) déformation principale maximale, b) déformation de cisaillement maximum.

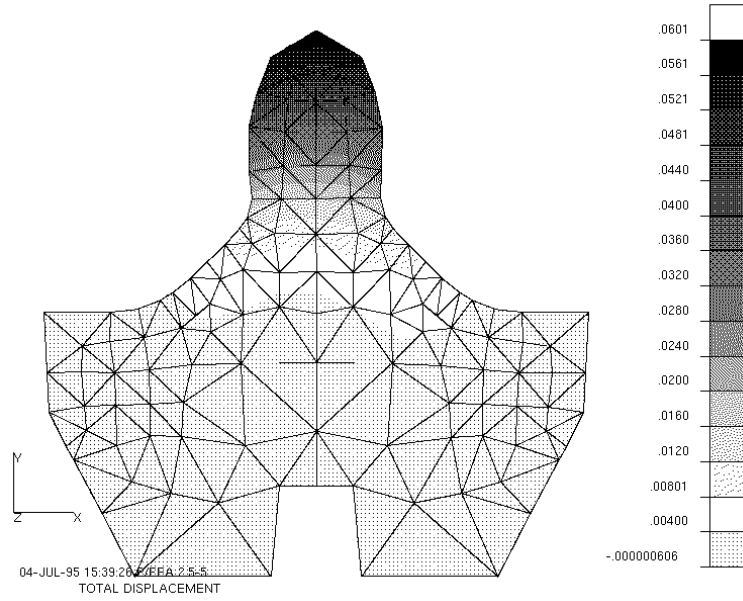


Figure 7-6 : Résultats de déplacement : déplacement total.

7-3 Autre exemple d'utilisation de MESH2D :

Maintenant, nous présentons l'exemple d'analyse d'une pièce mécanique.

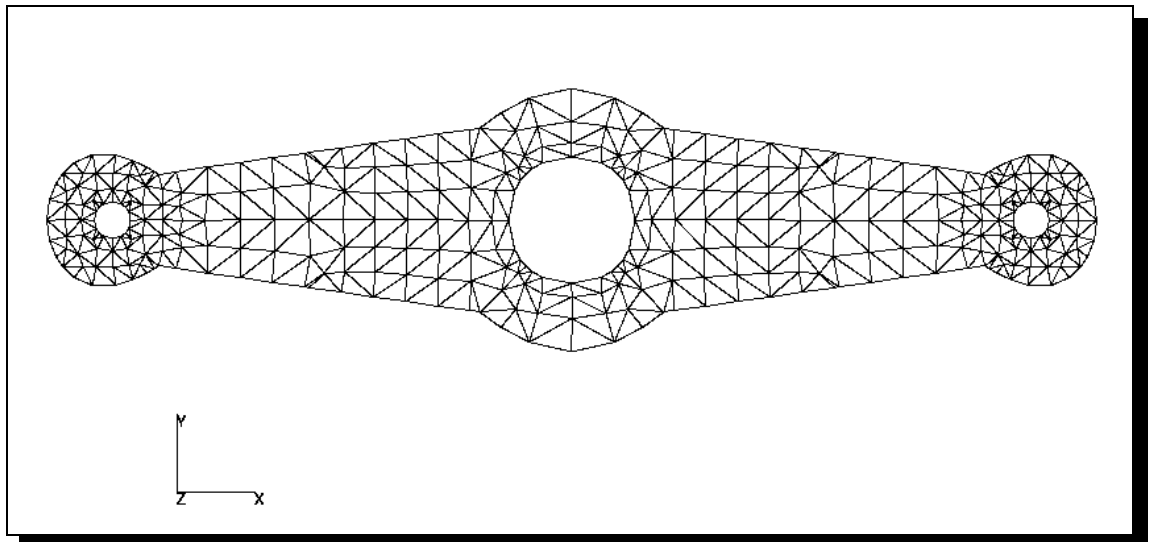


Figure 7-7 : Maillage généré pour l'exemple d'une pièce mécanique.

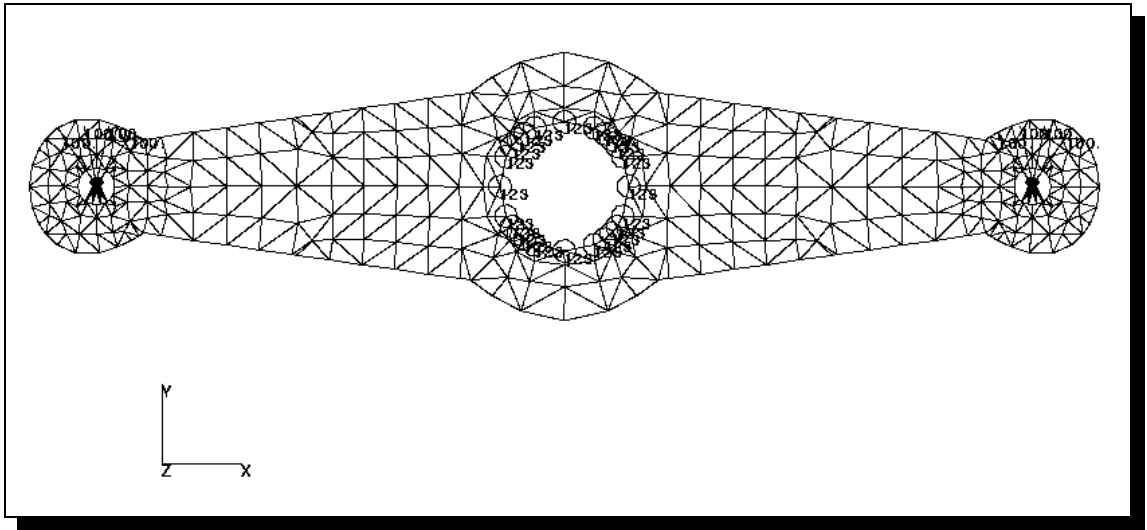


Figure 7-8 : Maillage généré et les conditions aux limites pour l'exemple d'une pièce mécanique.

La figure (7-7) présente le maillage généré et la figure (7-8) présente les conditions aux limites pour faire l'analyse de cette pièce.

Les petits cercles correspondent aux points encastrés et les flèches sur un élément présentent la pression de 100N/mm^2 sur cet élément. Le maillage est généré en utilisant le programme MESH2D.

Les points initialement entrés sont présentés dans la figure (7-9).

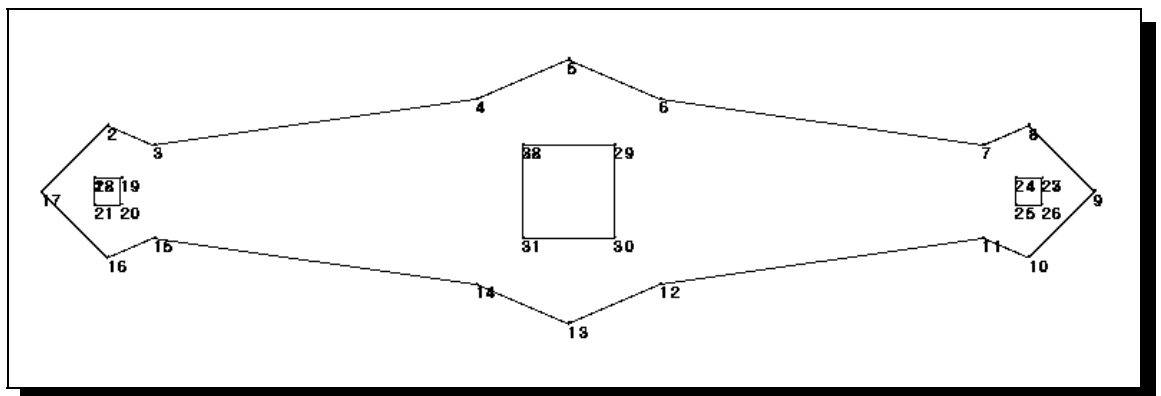


Figure 7-9 : Points donnés.

Après la génération du maillage, on peut analyser le problème en utilisant un logiciel d'éléments finis. Comme dans le premier exemple, nous avons utilisé le logiciel PATRAN. Le programme MESH2D génère un fichier d'entrée de PATRAN (le fichier .ses). En utilisant ce fichier, on peut avoir tous les éléments générés dans le logiciel PATRAN. Les résultats suivants correspondent aux différentes sorties de PATRAN après analyse par éléments finis avec P/FEA (figure 7-10 à 7-13).

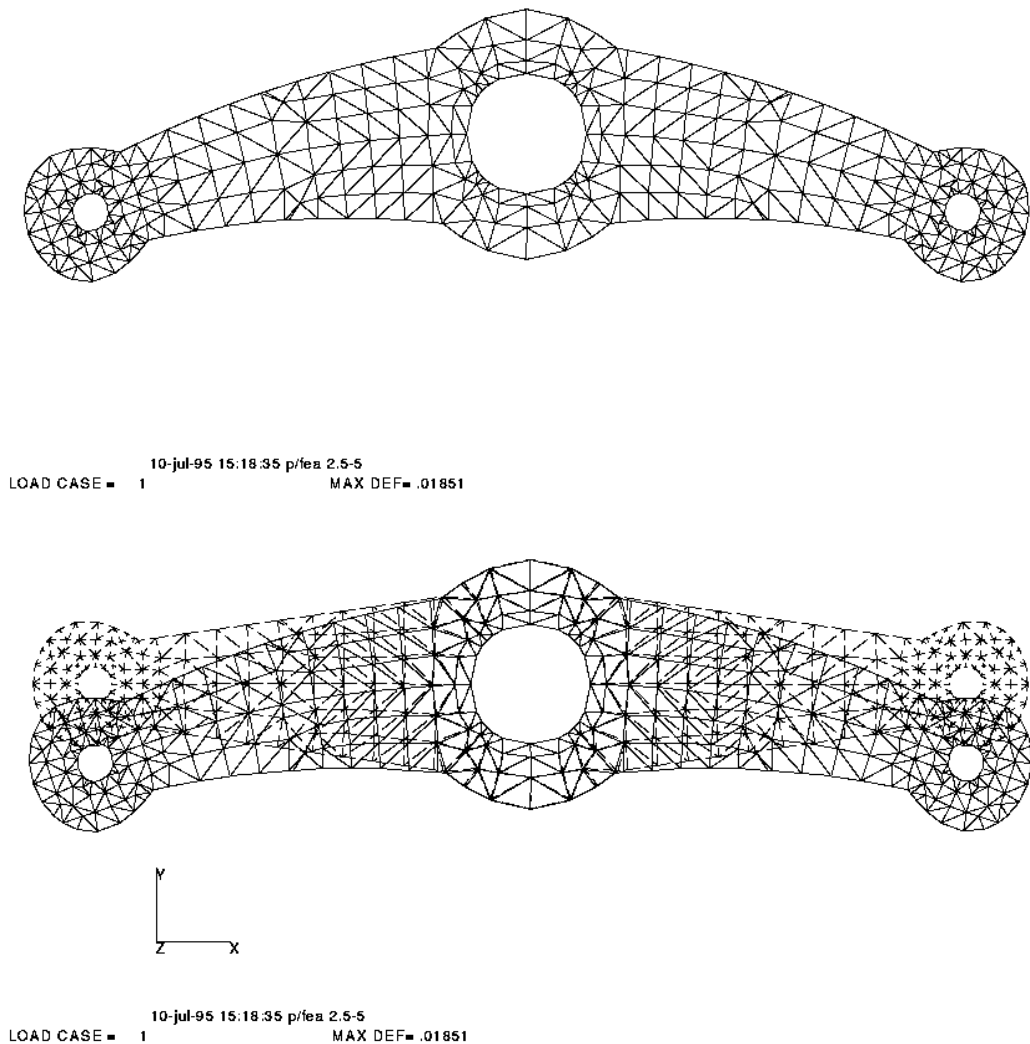


Figure 7-10 : Déformation de la pièce.

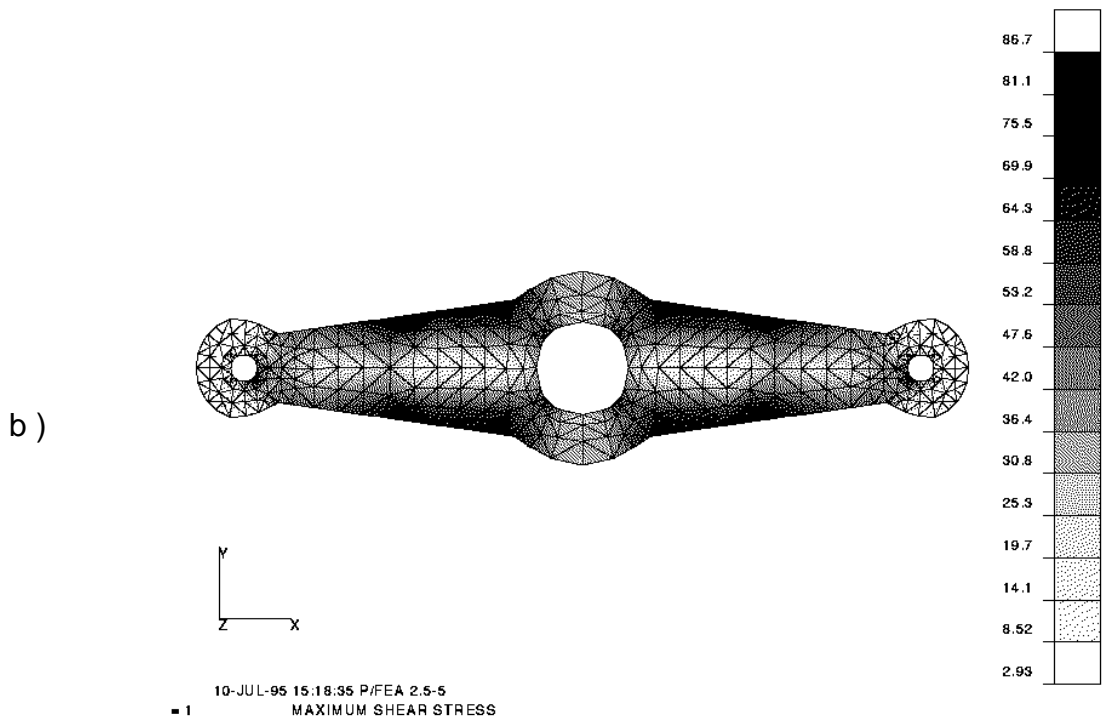
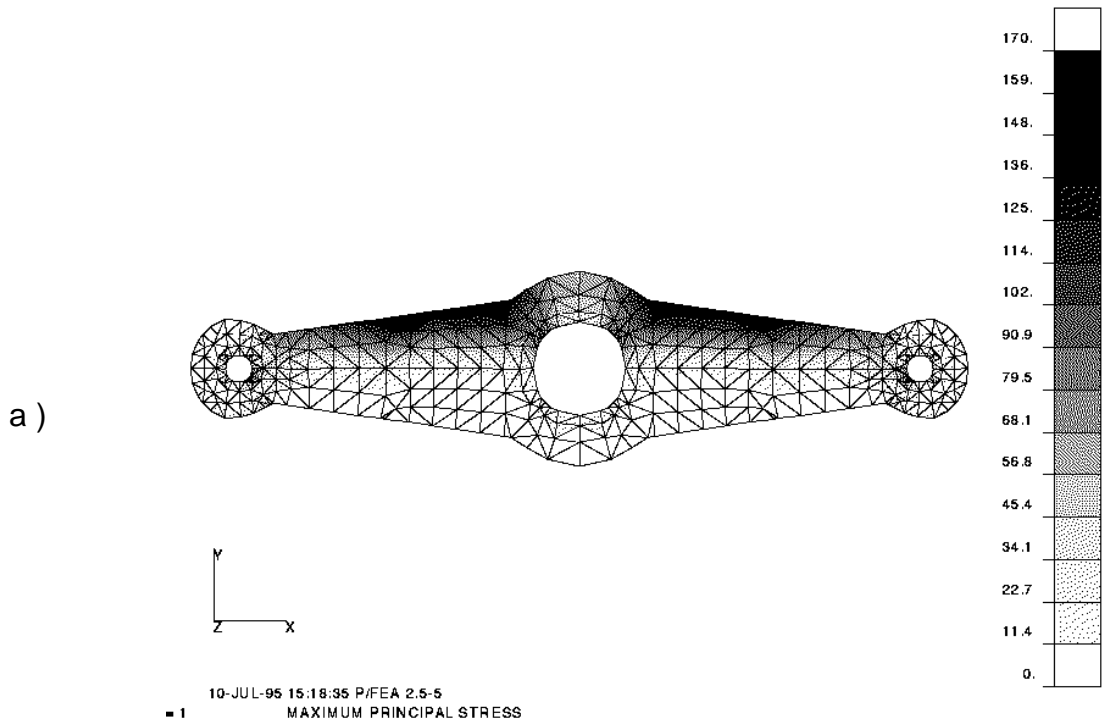


Figure 7-11 : Résultats des contraintes a) contrainte principale maximale, b) contrainte de cisaillement maximum.

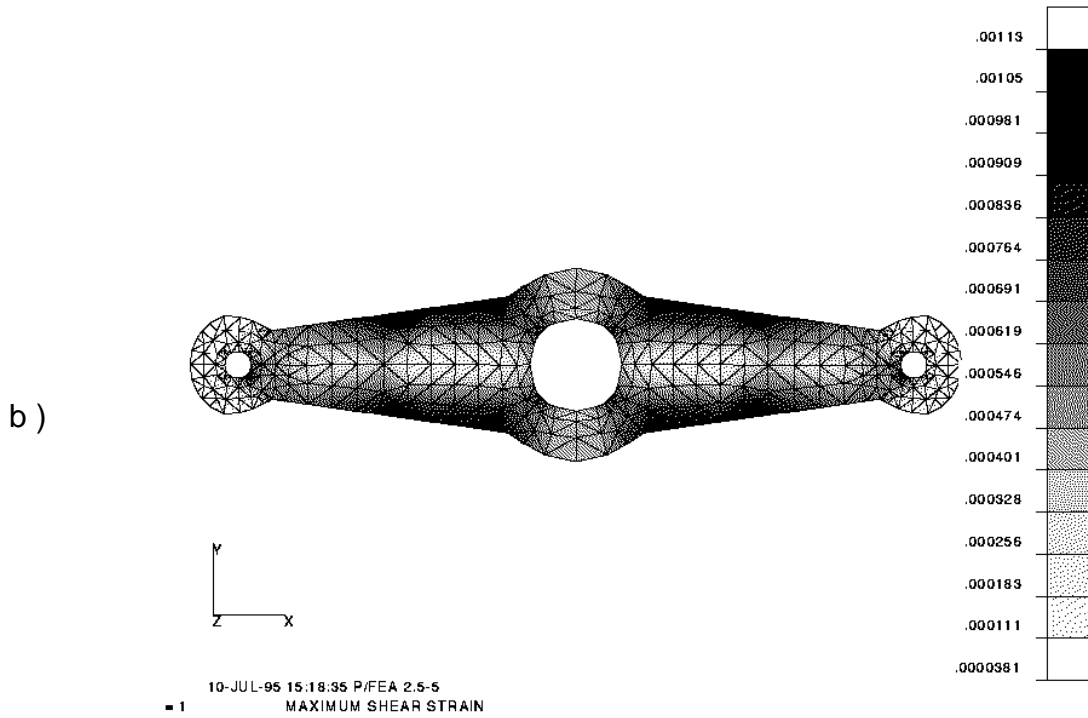
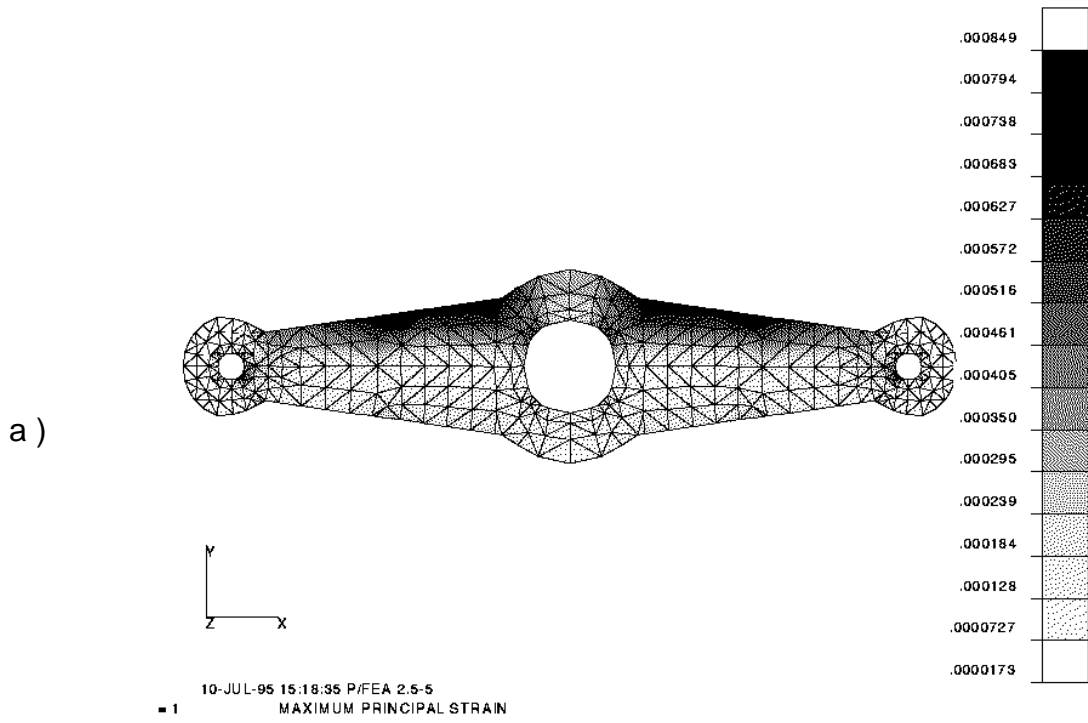


Figure 7-12 : Résultats des déformations a) déformation principale maximale, b) déformation de cisaillement maximum.

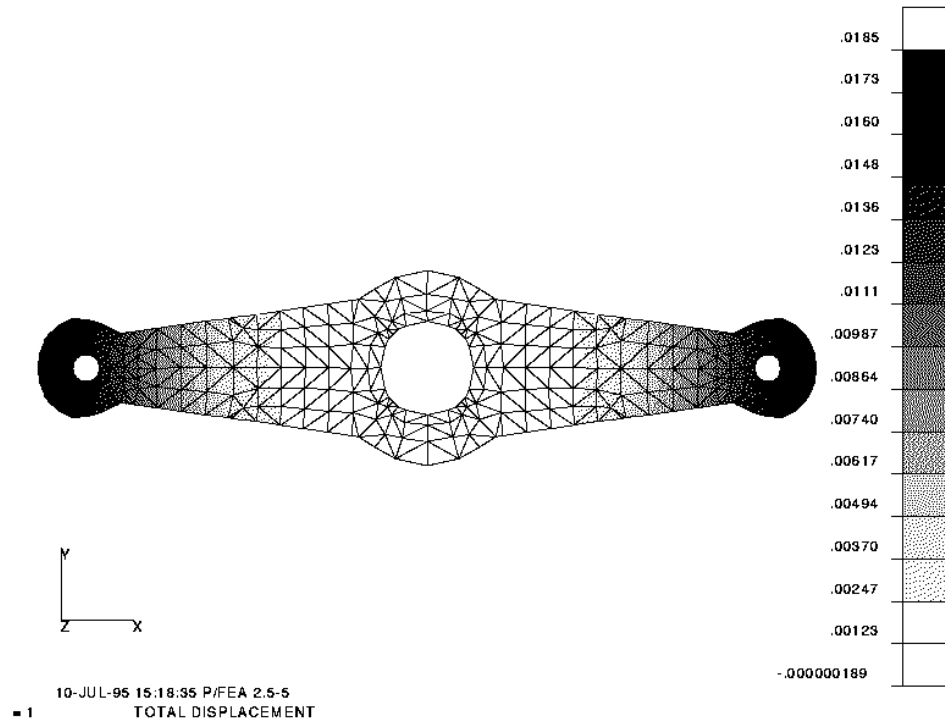


Figure 7-13 : Résultats de déplacement : déplacement total.

7-3 Exemple de l'utilisation de MESH3D en F.E. en 3D :

Ici, nous présentons un exemple d'analyse d'une pièce 3D. La figure (7-14) présente le maillage généré et les conditions aux limites pour cette pièce. Les quatre coins du bloc sont encastrés. Les flèches sur un élément présentent la pression de 100N/mm^2 sur cet élément. Le maillage est généré en utilisant le programme MESH3D. Les données d'entrée du programme sont :

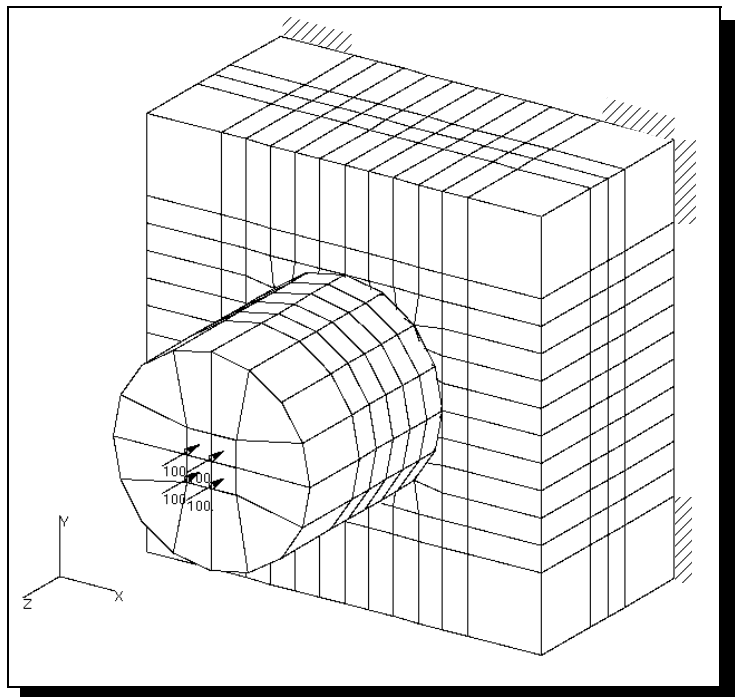


Figure 7-14 : Maillage généré et les conditions aux limites pour l'exemple d'une pièce en 3D.

- Première partie :
 1. le nombre de points entrés ;
 2. nombre de surface de frontières et
 3. le type d'éléments de sortie (entier) :
 - 1 : hexaèdre, pyramide et tétraèdre
 - 2 : hexaèdre et tétraèdre
 - 3 : pyramide et tétraèdre
 - 4 : tétraèdre

- Deuxième partie :

Pour chaque point :

 1. les coordonnées x, y et z ;
 2. le statut du point :
 - 0 --> point sur la surface extérieure
 - 1 --> point sur la surface intérieure
 - 2 --> point intérieur et
 3. le paramètre de maillage.

les points doivent être dans l'ordre.

- Troisième partie :

Données des surfaces extérieures et intérieures.

sur la première ligne, il doit exister :

 - 1- type de surface :
 - p ou P pour la surface plane et
 - b ou B pour la surface b_spline ;
 - 2- statut de la surface :
 - 0 --> surface extérieur
 - 1 --> surface intérieur.

sur la deuxième ligne :

a - pour la surface plane :

le nombre de points qui définissent la surface (3 ou 4 pour la surface plane).

b - pour la surface b_spline :

le nombre de lignes et de colonnes de la matrice de points qui définissent la surface.

sur la troisième ligne entrez :

les points :

Les points doivent être dans le sens trigonométrique pour la surface plane quand on regarde de l'intérieur de l'objet. Pour entrer les points de surface b_spline, on doit entrer les points dans l'ordre qu'ils sont trouvés dans la matrice de points.

sur la quatrième ligne :

On doit entrer les codes de bord de chaque surface :

0 --> bord intérieur qui n'est pas sur les bords d'objet et

1 --> bord de l'objet.

pour la surface b_spline nous avons :

bord ₃						

	p ₁₁	p ₁₂	p ₁₃	...	p _{1n}	
bord ₄	p ₂₁	p ₂₂	p ₂₃	...	p _{2n}	bord ₂
			...			
			...			
			...			
	p _{m1}	p _{m2}	p _{m3}	...	p _{mn}	

bord ₁						

Exemple de données de surface plane extérieure :

- p 0 : surface plane extérieur.
- 4 : 4 points existe pour définir la surface
- 1 2 4 3 : les numéros des points
- 0 1 0 0 : codes de bord de la surface

Exemple de données de surface B-spline extérieure :

- b 0 : surface B-spline extérieure.
- 4 9 : la matrice de points ayant 4 lignes et 9 colonnes.
- 9 10 13 17 16 15 12 8 9 : la matrice de points
- 22 23 25 28 27 26 24 21 22
- 22 23 25 28 27 26 24 21 22
- 22 23 25 28 27 26 24 21 22
- 0 0 0 0 : codes de bord de la surface

Les points entrés sont présentés dans la figure (7-15).

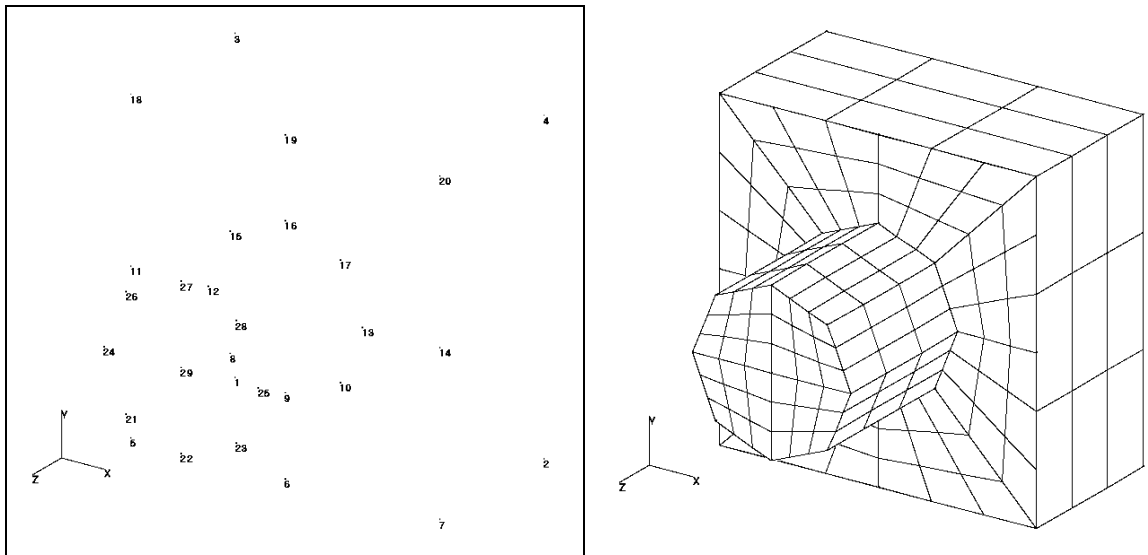


Figure 7-15 : Points donnés.

Après génération du maillage, on peut analyser le problème en utilisant un logiciel d'éléments finis. Ici nous avons utilisé le logiciel PATRAN. Le programme MESH3D génère le fichier entré de PATRAN (le fichier .ses). En utilisant ce fichier, on peut avoir tous les éléments générés dans le logiciel PATRAN. Les résultats suivants correspondent à quelques différentes sorties de PATRAN (P/FEA) après analyse par éléments finis (figure 7-16 à 7-19).

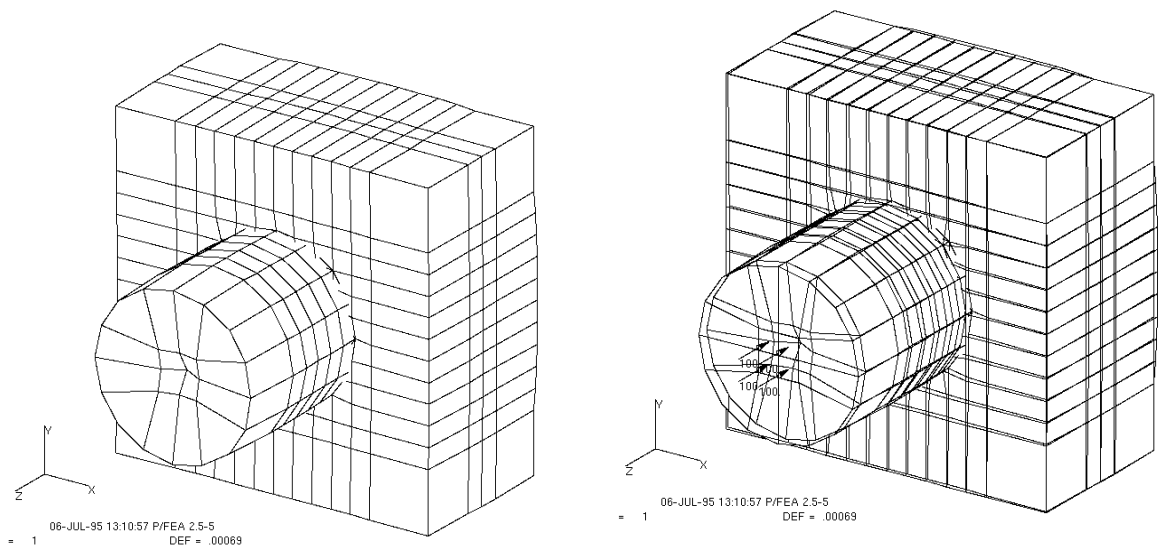
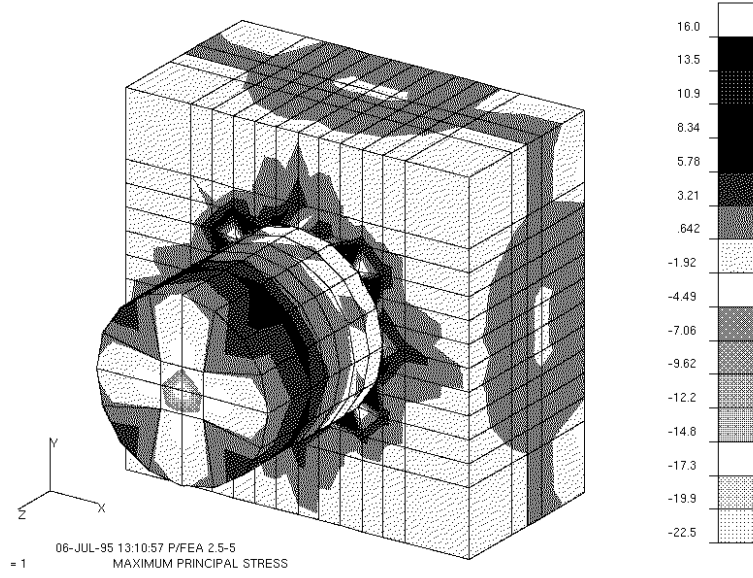
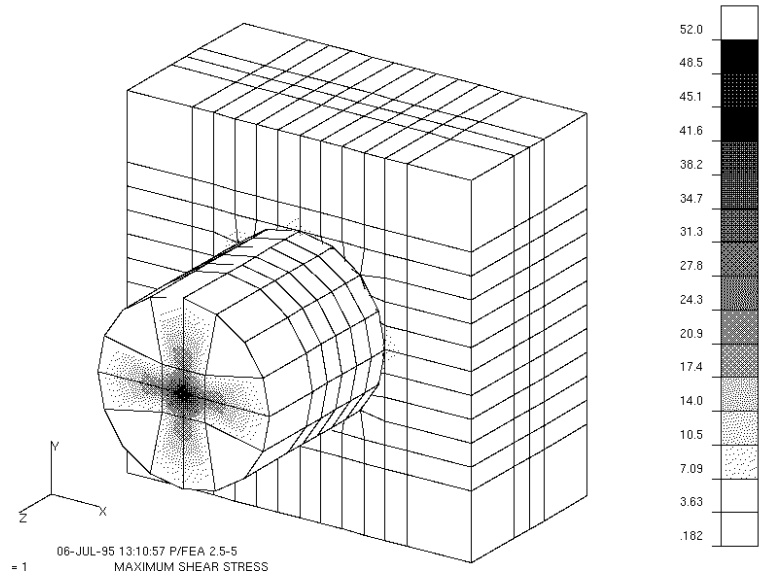


Figure 7-16 : Déplacement de la pièce.

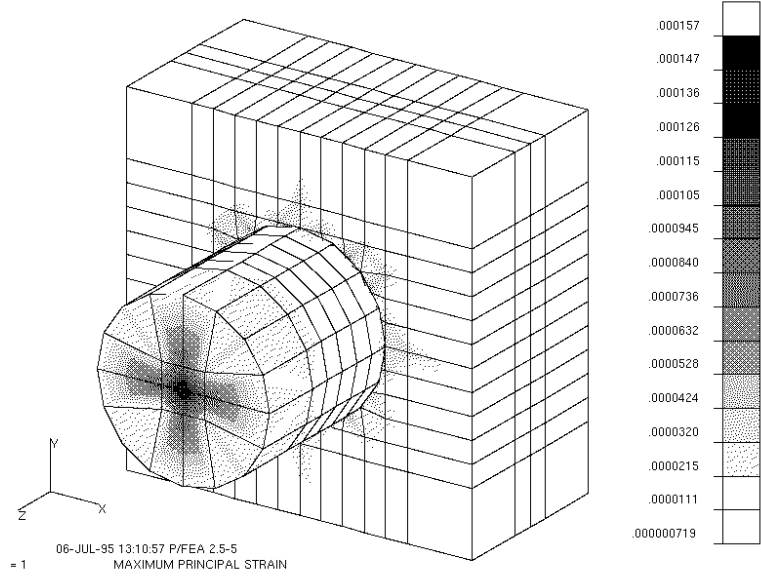


a)

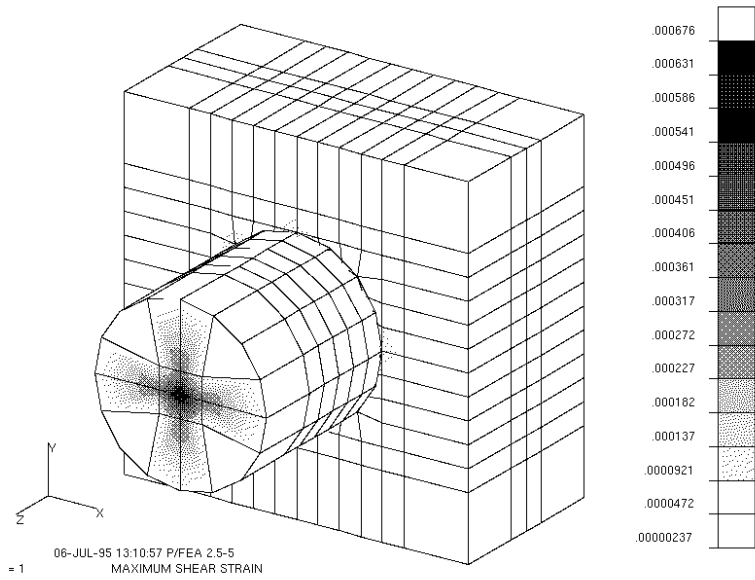


b)

Figure 7-17 : Résultats des contraintes a) contrainte principale maximale, b) contrainte de cisaillement maximum.



a)



b)

Figure 7-18 : Résultats des déformations a) déformation principale maximale, b) déformation de cisaillement maximum.

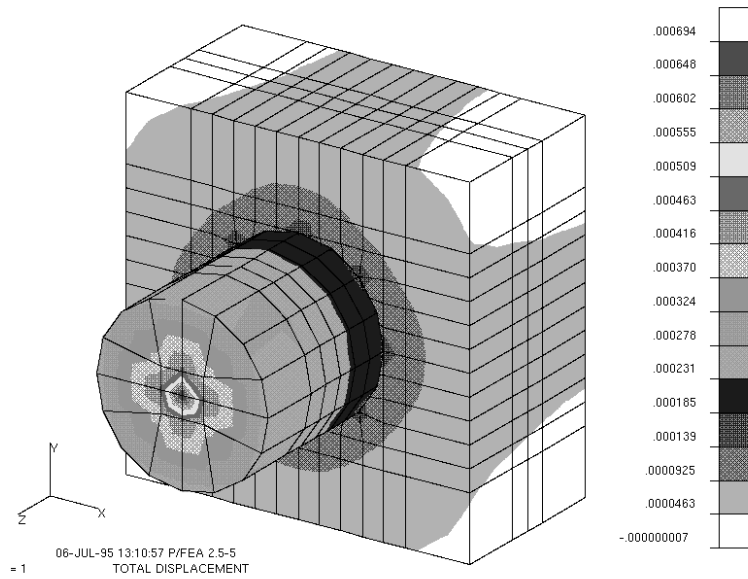


Figure 7-19 : Résultats de déplacement : déplacement total.

7-4 Interface avec le logiciel Patran :

Une façon simple d'entrer les données dans le logiciel PATRAN est d'utiliser le fichier "*.ses". Ce fichier a un format bien précis et peut être créé par un autre logiciel. Dans notre cas, nous transférons les résultats de chaque étape et aussi les résultats finals de génération de maillage sous forme de fichier "*.ses" pour utilisation dans le logiciel PATRAN. On peut aussi transférer les résultats de génération de maillage sous une autre forme pour utilisation dans un autre logiciel d'élément finis.