



**HAL**  
open science

## Meilleur bidimensionnel du Club MODULEF

Paul-Louis George

► **To cite this version:**

Paul-Louis George. Meilleur bidimensionnel du Club MODULEF. RT-0047, INRIA. 1985, pp.59.  
inria-00070111

**HAL Id: inria-00070111**

**<https://inria.hal.science/inria-00070111>**

Submitted on 19 May 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**IRIA**

CENTRE DE ROCQUENCOURT

Institut National  
de Recherche  
en Informatique  
et en Automatique

Domaine de Voluceau  
Rocquencourt  
B.P.105  
78153 Le Chesnay Cedex  
France  
Tél. (3) 954 90 20

Rapports Techniques

N° 47

**MAILLEUR BIDIMENSIONNEL  
DU CLUB MODULEF**

**Paul Louis GEORGE**

**Mars 1985**

**Mailleur bidimensionnel du Club MODULEF**  
**Paul Louis GEORGE**

**Résumé**

Nous présentons un mailleur permettant de réaliser la discrétisation d'un domaine bidimensionnel, en éléments finis. Sont également présentées les différentes possibilités de modifications de ce maillage.

La méthodologie et la façon d'utiliser ce mailleur sont développées.

**Bidimensionnal meshing-program in the Club MODULEF**

**Abstract**

We present a method for meshing a bidimensionnal domain in finite elements. Another feature is to realize any kind of modifications of the mesh.

Basic ideas and way to use the meshing program are detailed.



Cette brochure est le manuel d'utilisation du module APNOPO. Ce module permet d'enchaîner tous les modules de génération et de modification de maillages bidimensionnels. La structure de données intéressée est NOPO.

## **Sommaire**

1. Méthodologie
2. Notions essentielles
3. Modules exploitant la S.D. NOPO
4. Arbre de APNOPO
5. Appel de APNOPO
  - 5.1. Appel, bibliothèques, fichiers
  - 5.2. Les données
6. Un exemple complet

## **Bibliographie**

## 1. Méthodologie

### 1.1. Le module APNOPO permet de :

- générer des maillages bidimensionnels à partir de la donnée de points, de lignes... et de l'utilisation d'algorithmes de maillage.
- restaurer en mémoire centrale des structures de données NOPO contenant des maillages réalisés par ailleurs (noeuds=sommets)
- modifier ces maillages et les combiner pour former un nouveau maillage auquel sera associé une S.D. NOPO que l'on pourra sauvegarder sur fichier séquentiel.

### 1.2. La méthodologie est alors la suivante :

Pour générer le maillage d'un domaine :

#### 1. On repère dans ce domaine :

- les parties symétriques par rapport à une droite.
- les parties obtenues par translation d'autres parties.
- les parties obtenues par rotation autour d'un point d'autres parties.
- les parties obtenues par dilatation d'autres parties
- les parties obtenues par composition de ces applications

On détermine ainsi des parties dites primales.

#### 2. Pour chaque partie primale, on cherche le module de maillage convenant le mieux :

- s'il s'agit d'un quadrilatère déformé : QUACOO permettra d'obtenir des triangles ou des quadrangles
- sinon TRIGEO ou TRIHER permettront d'obtenir des triangles
- lorsque le domaine comprend de nombreux sous domaines (cf notion ci-dessous) ou que les éléments à générer sont :
  - soit peu nombreux
  - soit identiques : CONOPO (puis éventuellement RETRIN).
- s'il s'agit de mailler en segments à partir de la donnée de tous les points : CONOPO permet cette opération.
- s'il s'agit de mailler en segments à partir de la donnée d'un contour : CONOPO convient également.
- s'il s'agit de mailler des objets catalogues : MAOBBE convient.

3. On effectue alors les symétries, translations, rotations, ... des parties primales ainsi obtenues.
4. On recolle 2 à 2 les parties
5. On recommence les points 3 et 4 jusqu'à obtention du recouvrement de tout le domaine. (A chaque instant on peut modifier les numéros de sous-domaine ou de référence (MODNOP)).
6. On peut alors affiner localement (AFFNOP), globalement (RETRIN) ou régulariser (PIGRA)
7. On ajoute si besoin est les noeuds non sommets et/ou on retire les sommets de la liste des noeuds (ADPNOP)
8. On peut alors renuméroter les éléments et/ou les noeuds (GIBBS)
9. Il est alors possible de visualiser le maillage obtenu (TRNOPO cf 98)

### 1.3. Remarques :

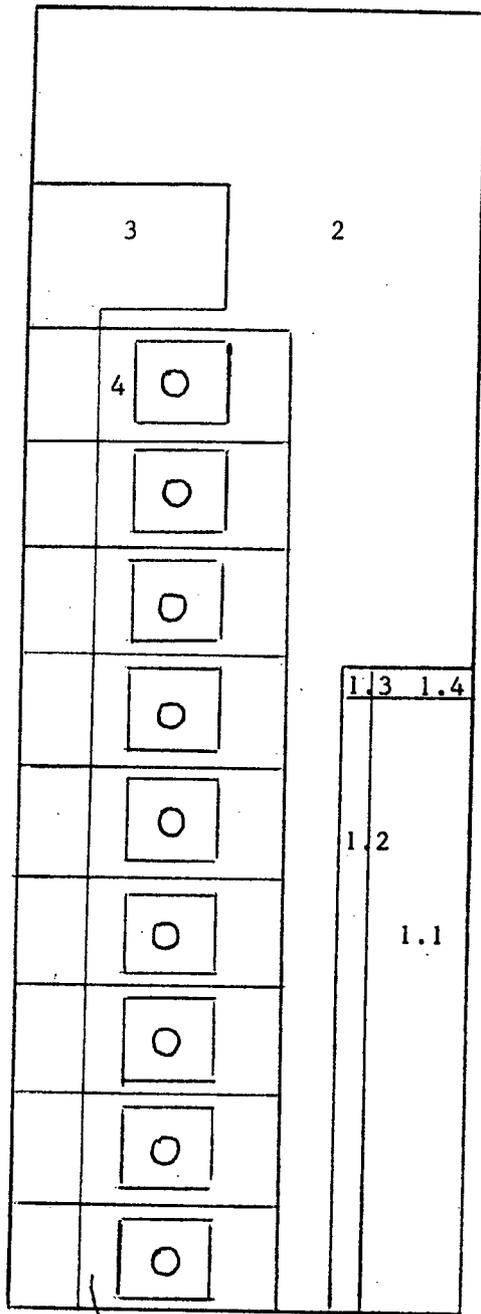
Il est possible d'introduire une partie (primale ou non) maillée auparavant, par restauration de la S.D. NOPO la contenant.

Il est possible à tout moment de sauvegarder sur fichier séquentiel une partie quelconque, et d'imprimer la S.D. NOPO correspondante, en particulier pour permettre sa visualisation.

On maîtrise le nombre d'éléments générés par QUACOO, tandis que ce n'est pas le cas de TRIGEO et de TRIHER.

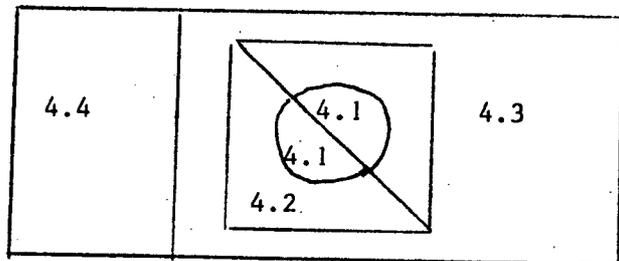
1.4. Un exemple :

Cette méthodologie est illustrée par l'exemple d'un four à induction.

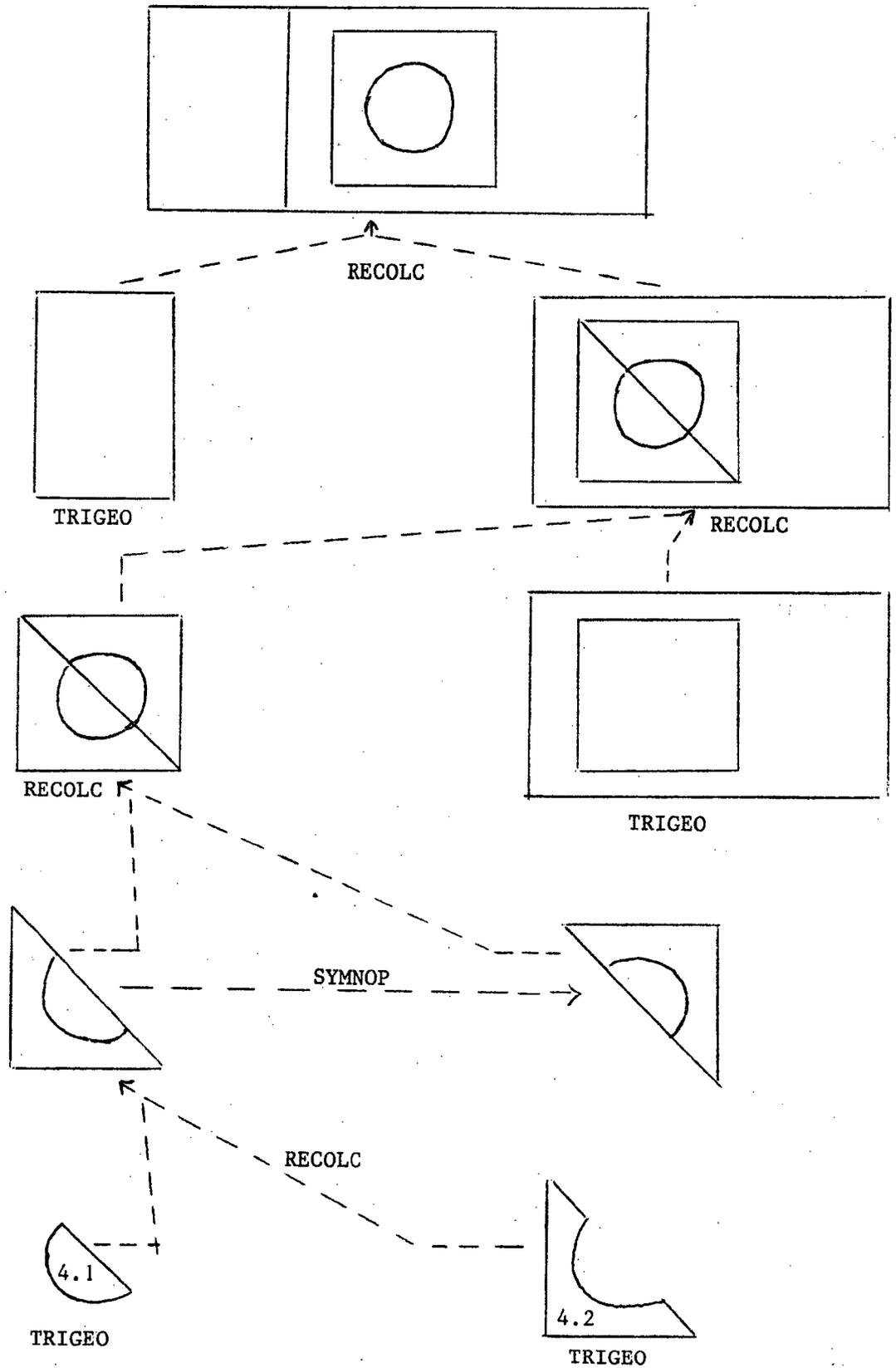


Description générale du domaine :

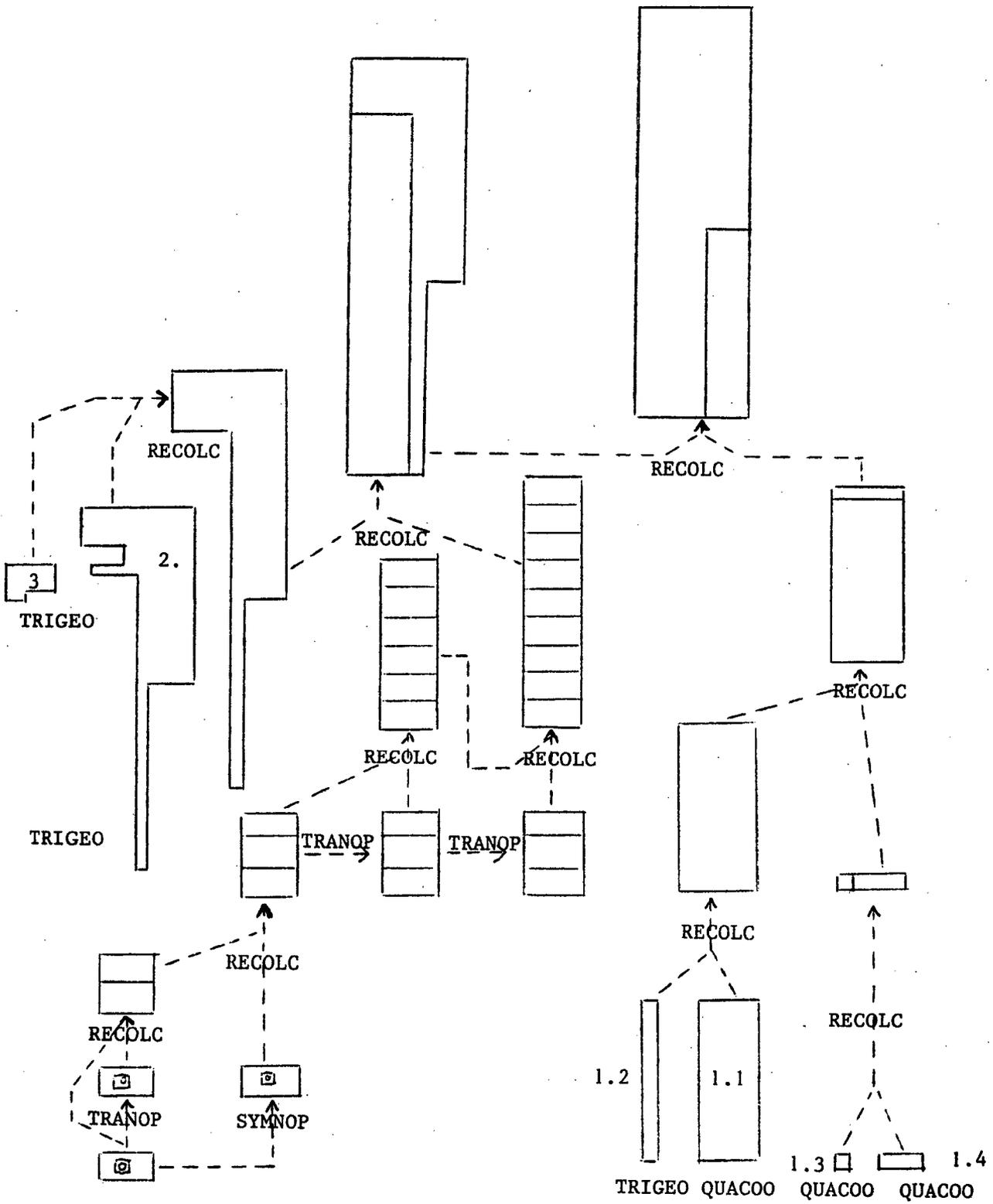
- 1 : Brame ou pièce à chauffer
- 2 : air
- 3 : bouclier
- 4 : La 4ème partie est elle-même composée de parties primales
- 4.1 : Circuit de refroidissement
- 4.2 : conducteur
- 4.3 : air
- 4.4 : bouclier



Méthodologie de maillage de la partie 4 :



Méthodologie de maillage du domaine entier :



## 2. Notions essentielles

La S.D. NOPO stocke les informations suivantes :

- numéros des noeuds et des points de chaque élément
- coordonnées des points
- numéro de sous-domaine de chaque élément
- numéros des frontières de chaque élément.

### 2.1. Les sous-domaines :

La notion de matériau (ex : fer, air, cuivre) est affinée pour permettre de distinguer également deux mêmes milieux soumis à des conditions physiques différentes.

N.B. : Ainsi par exemple, un élément situé dans une partie en cuivre soumis à un échauffement donné sera distingué d'un autre élément situé dans le même milieu mais soumis à un échauffement différent.

La notion de sous-domaine est donc plus fine que celle de matériau. Elle permettra, plus tard, d'associer un certain nombre de variables ou de tableaux aux éléments ainsi décrits. Ceci conduit à une condensation des informations à fournir.

A chaque sous-domaine, ainsi défini, sera associé un numéro.

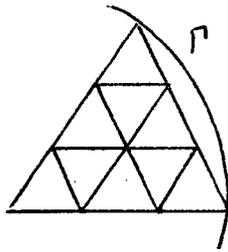
Il est souhaitable de numéroter les sous-domaines de 1 à NDSD si NDSD est le nombre de sous-domaines nécessaires.

### 2.2. Les frontières :

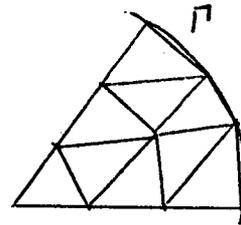
Cette notion permet de préciser deux points :

2.2.1. Au niveau du maillage la frontière et sa description permettront de forcer le maillage à s'appuyer sur une courbe donnée (cf 2.3).

Exemple :



le maillage ne s'appuie pas sur  $\Gamma$ .



le maillage s'appuie sur la courbe  $\Gamma$  donnée.

2.2.2. Au niveau des conditions aux limites (exemple flux, pression, conditions de blocages ...) la frontière et son numéro permettront d'associer, plus tard, un certain nombre de variables ou de tableaux contenant les données (flux, pression ...) correspondantes.

A chaque frontière, ainsi définie, sera associée un numéro. Il est nécessaire de numéroter les frontières de 1 à NDSR où NDSR est le nombre de frontières nécessaires.

Remarque :

Le point NB de 2.1. reste donc valable.

### 2.3. Introduction d'une courbe :

Il est nécessaire de donner de façon analytique les courbes (2.2.1) sur lesquelles s'appuiera le maillage.

Deux possibilités sont offertes :

- programmation d'une **FUNCTION** fortran: c'est la fonction **FFRONT(I, X, Y)** où I est le numéro de la frontière décrite par la fonction  $f(x,y)$

Exemple :

```
FUNCTION FFRONT(I,X,Y)
GO TO (1,2), I
1  FFRONT = (X-2.)**2 + (Y-0.5)**2 - 0.125
RETURN
2  FFRONT = (X - 0.5)**2 + (Y-0.5)**2 - 0.125
RETURN
END.
```

Dans cet exemple la frontière de numéro 1 est décrite par l'expression :  $f(x,y) = (x-2)^2 + (y-0.5)^2 - 0.125$ , la frontière de numéro 2 est décrite par l'autre équation de cercle.

- utilisation des fonctions interprétées :

Nous renvoyons à (94). Dans l'exemple ci-dessus on aura :

```
COURBE1(X,Y) = (X-2)**2 + (Y-0.5)**2 - 0.125
COURBE2(X,Y) = (X-0.5)**2 + (Y-0.5)**2 - 0.125
```

Dans le premier cas, il faudra donc écrire une fonction fortran et la joindre à l'exécution, dans le second les courbes seront données dans le fichier donnée (cf 5.2) ce qui évite les éditions de liens.

Les frontières nécessitant ce traitement seront numérotées séquentiellement en partant du numéro 1.

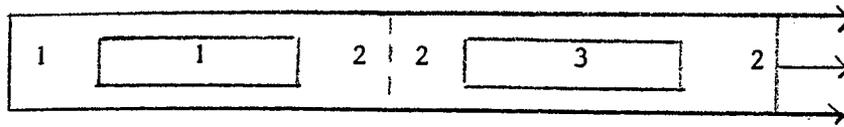
#### 2.4. Nouveaux numéros de sous-domaines et de références

Compte-tenu de la définition des sous-domaines et des frontières exploitant des informations plus fines que la simple description du matériau ou des courbes sur lesquelles le maillage s'appuie, il peut s'avérer nécessaire de changer des numéros.

Plus précisément : lorsqu'un domaine présente des symétries ou des répétitivités, une partie primale subit translations, rotations, symétries et recollements.

Lors de ces transformations, il n'y a pas de raison qu'un numéro de sous-domaine ou de référence conserve la même valeur puisque les conditions physiques appliquées peuvent changer.

Exemple :



partie primale : sous-domaines 1 : cuivre, 2 : acier  
numéro de référence 1 partie encastrée  
partie symétrique : sous-domaines 3 : aluminium, 2 : acier  
numéro de référence 2 : partie étirée

Le module SYMNOF doit connaître la correspondance  
sous-domaine 1 sous-domaine 3  
n° de référence 1 n° de référence 2

Cette correspondance sera donnée comme précisé en 5.2.

### 2.5. Noeuds-points. Sommets :

Les parties primales sont maillées en éléments ne comprenant que des sommets (=noeud=point)

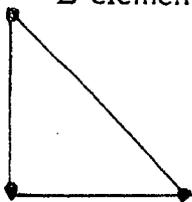
Rappelons que :

un noeud est un "point" supportant un ou plusieurs degrés de liberté.

un sommet est un "point" sommet d'un élément.

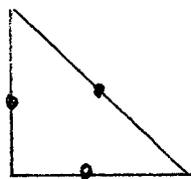
un point est un "point" défini par ses seules coordonnées qui définit la géométrie de l'élément.

L'élément fini choisi peut nécessiter un choix différent :



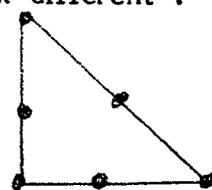
P1 Lagrange

Les 3 sommets sont des noeuds et des points.



P1 Hybride

Les 3 sommets ne sont pas des points. Les 3 noeuds sont aux milieux des arêtes.



P2 Lagrange droit

Les 3 sommets sont des noeuds et des points. Il y a 3 noeuds en plus aux milieux des arêtes.

Ainsi pour le premier choix le maillage obtenu convient (sommet = noeud = point).

Pour le second, il est nécessaire d'utiliser le module ADNOP pour :

- ajouter 1 noeud sur chaque arête
- préciser que les sommets ne sont pas des noeuds.

Pour le troisième de même, le module ADNOP permet :

- d'ajouter 1 noeud sur chaque arête
- préciser que les sommets sont des noeuds.

On se reportera à ADPO (5.2) pour la manière de donner ces informations.

### 3. Modules exploitant la S.D. NOPO

#### 3.1. Généralités

Le module APNOPO permet l'exécution de tous les modules (voir bibliographie) travaillant sur une structure de donnée NOPO en dimension 2.

Tous ces modules, activés par APNOPO, traitent des structures de données NOPO résidant en Mémoire Centrale. Par suite il est possible à tout moment :

- de reporter sur fichier séquentiel une S.D. NOPO créée par APNOPO en mémoire centrale
- de restaurer en mémoire centrale une S.D. NOPO se trouvant sur fichier séquentiel.

Nous présentons ci-dessous les idées générales correspondant à l'architecture du module APNOPO. La méthodologie exposée ci-dessus nous a conduit à distinguer 6 niveaux.

#### 3.2. Les différents niveaux

##### 3.2.1. Premier niveau : préliminaires.

Saisie des données caractéristiques du maillage : points caractéristiques, lignes caractéristiques, fonctions interprétées ...

### 3.2.2. Niveau deux : génération des sommets du maillage

A partir des renseignements issus du premier niveau, on peut appeler les modules suivants :

- CONOPO : maillage manuel en segments ou triangles ou quadrangles à partir des points caractéristiques.
- TRIGEO : triangulation automatique d'un domaine quelconque en s'appuyant sur les points et les lignes de son contour.
- TRIHER : idem selon un algorithme différent.
- QUACOO : triangulation ou quadrangulation d'un domaine "quadrangulaire" généralisé à partir des points et des lignes de son contour.
- MAOBJE : mailler le carré unité, le triangle unité... en vue de tests simples.

### 3.2.3. Niveau trois : manipulation de maillages

Un ou plusieurs maillages (parties primales) étant donnés :

- AFFNOP : maille plus finement autour de certains points.
- DILNOP : dilate un maillage.
- RECOLB : recolle deux maillages.
- RETRIN : subdivise chaque élément en  $N^2$  éléments de même type.
- ROTNOP : effectue la rotation autour d'un point d'un maillage.
- SYMNOP : maille le symétrique d'un maillage par rapport à une droite.
- QUA4TR : subdivise chaque quadrangle en 4 triangles.
- TRANOP : translate un maillage.
- PIGRA : régularise un maillage.
- MODNOP : modifie les numéros de sous-domaines ou de référence.

A ce niveau on dispose d'une S.D. NOPO contenant :

- les numéros des sommets des éléments
- leurs coordonnées
- les numéros de sous-domaines des éléments
- les numéros de références des frontières des éléments.

### 3.2.4. Niveau quatre : création des noeuds autres que les sommets si nécessaire.

- ADPNOP : génère les noeuds de chaque élément, plus précisément : ajoute les noeuds sur les arêtes, les noeuds internes et indique si les sommets sont des noeuds.

### 3.2.5. Niveau cinq : renumérotation

Pour minimiser la taille de système matriciel ultérieur :  
GIBBS : renumérote les noeuds et/ou les éléments.

### 3.2.6. Niveau six : sauvegarde de la (des) S.D. NOPO

Tous les modules travaillent avec des S.D. NOPO en mémoire centrale, à tout moment on peut :

TUERSD : supprimer des tables une S.D. devenue inutile.

SAUVER : sauver sur fichier séquentiel une S.D. NOPO afin de pouvoir :  
- la dessiner (TRNOPO)  
- l'utilisation ultérieurement (COMACO ... résolution)

RSTSDE : amener en mémoire centrale une S.D. NOPO sur support séquentiel

IMNOPO : imprimer sur listing une S.D. NOPO résidant en mémoire centrale.

### 3.3. Remarques

- la numérotation des niveaux correspond à un ordre logique sauf pour le niveau 6 qui peut être exécuté à tout moment.

- certains niveaux peuvent ne pas être employés

- la visualisation des résultats est effectuée par le module TRNOPO (cf (98)) après sauvegarde (niveau 6). Il est alors encore possible de modifier interactivement le maillage.

- un préprocesseur (AACNVAPN cf (105)) permet de créer aisément les données nécessaires au module APNOPO. Ces données sont décrites ci-dessous (§ 4.).

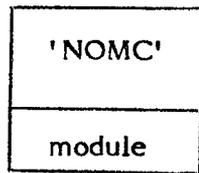
## 4. Arbre de APNOPO

### 4.1. Mots-clés

Le choix des modules à exécuter par le module APNOPO est gouverné par des mots-clés. Chaque mot-clé activera le module correspondant. La liste des mots-clés est indiquée dans le schéma ci-après.

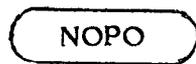
4.2. Arbre

légende



nom du mot-clé

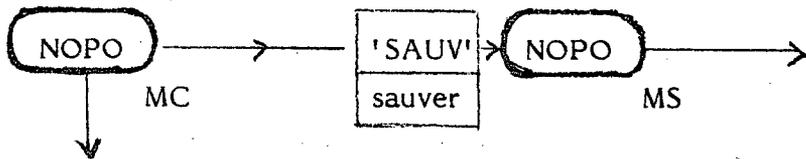
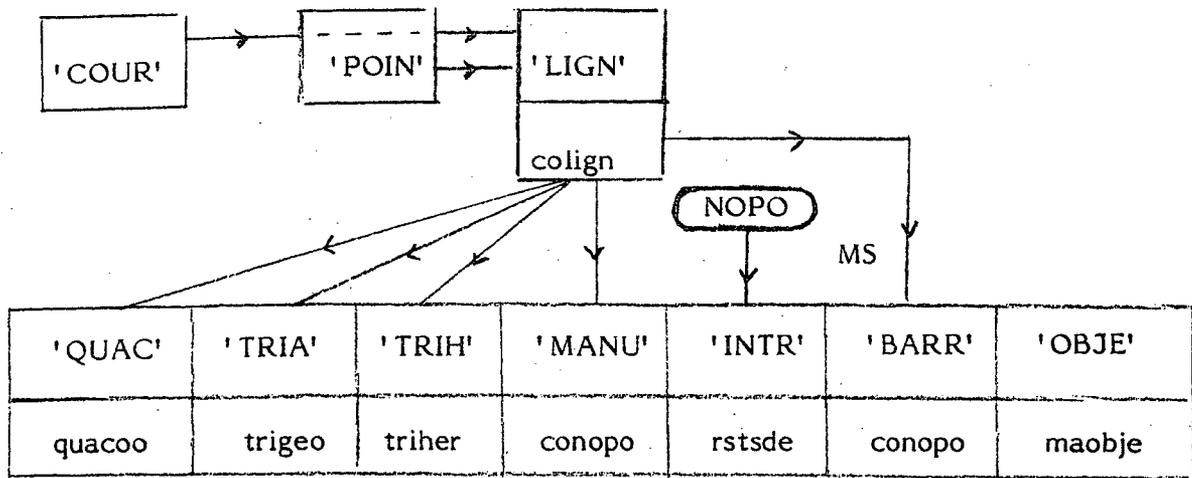
nom du module appelé



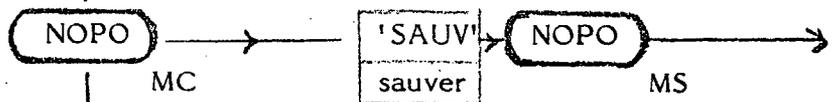
structure de données NOPO

MC : mémoire centrale

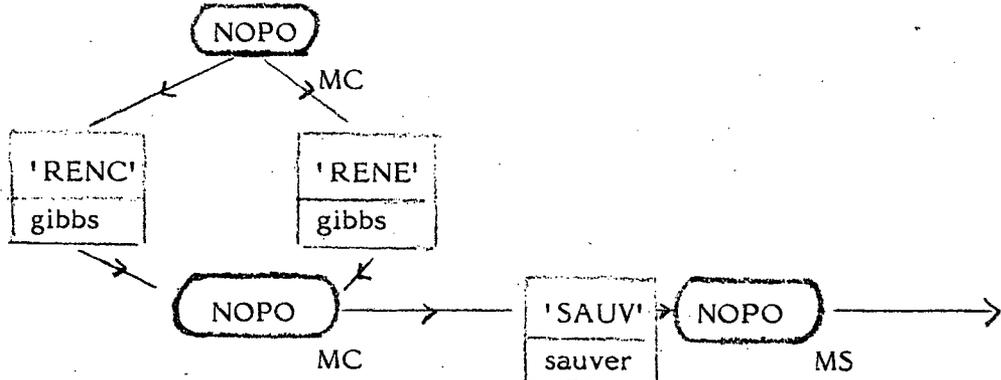
MS : fichier séquentiel



'SYMD'	'TRAN'	'ROTA'	'DILA'	'RECO'	'Q4T^'	'RETR'	'AFFL'	'REGU'	'NUME'
symnop	tranop	rotnop	dilnop	recolb	qua4tr	retrin	afnop	pigra	modnop



'ADPO'
adpnop



### 4.3. Le module APNOPO

Chaque module précité peut être exécuté directement (cf brochure d'utilisation correspondante).

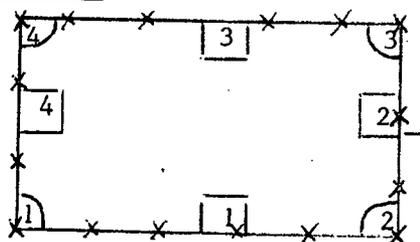
Le module APNOPO se propose de les activer à l'aide de mots-clés à partir des 2 notions supplémentaires.

- les POINTS (niveau un)
- les LIGNES (niveau un)

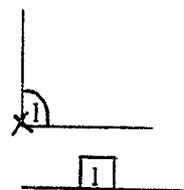
Un domaine bidimensionnel est caractérisé par un ensemble de POINTS. La jonction entre 2 points ou LIGNE permet de décrire chaque contour des parties à mailler. Or CONOPO demande la liste des points des éléments, QUACOO et TRIGEO ou TRIHER les noeuds du contour de la partie à mailler.

Il reste donc simplement à générer ces noeuds sur chaque LIGNE pour définir un contour par la seule donnée des numéros des LIGNES le constituant.

Exemple :

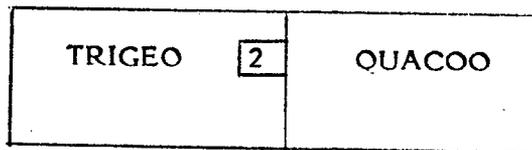


- 4 points
- 4 lignes
- sur chaque ligne des noeuds XX
- contour : lignes 1, 2, 3, 4.



Avantages :

Les données sont fournies une et une seule fois si le domaine est maillé en 2 parties.



Les noeuds de la ligne 2 sont générés automatiquement par APNOPO une et une seule fois.

Le traitement manuel de TRIGEO, QUACOO aurait conduit à répéter deux fois les données de la ligne 2.

Le nombre de données de APNOPO est ainsi réduit d'autant.

## 5. Mise en œuvre du module APNOPO

### 5.1. Appel - bibliothèques - fichiers :

#### 5.1.1. Appel

L'exécution du module APNOPO nécessite :

- un programme d'appel Fortran  
ou AAAPNOPO (bibliothèque PPAL)
- la fonction FFRONT(I,X,Y)  
ou les fonctions interprétées
- des cartes données (cf 5.2)
- une compilation
- une édition de liens
- un chargement

#### 5.1.2. Programme principal

Le programme AAAPNOPO peut être utilisé (cf brochure n° 108)  
sinon :

```
DIMENSION M(LM)
CALL INITI (M,LM,IMPRE,NNN)
avec LM, IMPRE et NNN à initialiser
CALL APNOPO (M,M)
...
STOP
END
```

#### 5.1.3. La fonction FFRONT :

Si le nombre de courbes internes ou frontalières est nul ou si on utilise les fonctions interprétées il n'y a pas de fonction FFRONT.

sinon :

```
FUNCTION FFRONT (I,X,Y)
GO TO (n1, n2,...), I
n1 FFRONT = ...
RETURN
.
.
RETURN
END
```

#### 5.1.4. Edition de liens :

Les bibliothèques utiles :

NOPO, UTSD, UTIL, UTDE, CONV ...

#### 5.2. Les cartes données

Les valeurs à fournir doivent suivre les règles du FORMAT LIBRE de la version 3.5 (cf 44).

Légende :

\* VAL (TYPE) description

avec \* : pointe sur une ligne de donnée

VAL : nom de la variable du tableau, ...

(TYPE) : (I) entier (R) réel simple précision

(A) caractère

description : commentaires sur la donnée concernée.

1. Les données d'INITI :

\* TITRE (A)                      72 caractères

2. Mot-clé COUR              donner les équations des courbes d'un maillage sans recourir à une fonction fortran.

\* COUR (A)                      le mot-clé à activer

\* IMPRE (I)                      paramètre d'impression (0, 1, ...)

\* NFONC (I)                      nombre de fonctions à définir par leur équation.

Boucle J=1 à NFONC

→  
\* COURBEJ (X,Y) = (X-1)\*\*2 + (Y-2)\*\*2 - 0.125 ;  
    (par exemple) les NFONC équations des courbes  
→

\* FIN (A)                      indique la fin des données de ce mot-clé.

Si on utilise la fonction fortran FFRONT, ce § est inutile. Il en est de même s'il n'y a pas de projections à effectuer. Pour plus de détails voir l'exemple.

Rappelons que les frontières ainsi décrites sont numérotées de 1 à NFONC.

3. Mot-clé POIN générer les points caractéristiques

- \* POIN (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression (0, 1, ...)
- \* NPOINT (I) nombre de points caractéristiques du maillage

Boucle j=1 à NPOINT

	x NOP	(I)	numéro du point
	x NOREF(NOP)	(I)	son numéro de référence
(I)	x X(NOP)	(R)	son abscisse
	x Y(NOP)	(R)	son ordonnée

Les points peuvent être donnés dans le désordre (NOP).

4. Mot-clé LIGN générer les lignes caractéristiques

- \* LIGN (A) le mot à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression (0,1,...)
- \* NDLM (I) nombre de lignes caractéristiques du maillage total

Boucle J=1 à NDLM

- \* NOLIGN (I) numéro de la ligne
- \* NOELIG (I) nombre de noeuds (extrémités comprises)
- \* NEXTR1 (I) numéro du point extrémité 1
- \* NEXTR2 (I) numéro du point extrémité 2
- \* NOREFL (I) numéro de référence de la ligne
- (1) \* NFFRON (I) option pour la description de la ligne.
- \* RAISON (R) raison de la progression géométrique entre les points à générer sur la ligne
- si NFFRON ≠ -1 sauter la boucle (2)

Boucle K=1 à NOELIG-2

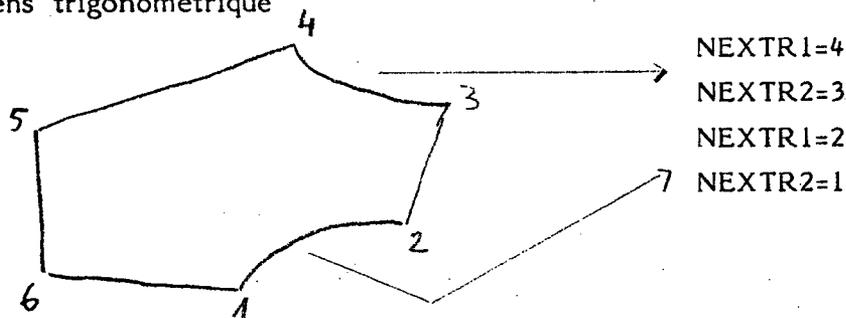
- (2) \* NOEL(K) (I) numéro des points (extrémités exclues) de la ligne de NEXTR1 à NEXTR2.

L'ordre des lignes est indifférent (NOLIG)

Pour NFFRON plusieurs cas sont possibles :

- NFFRON 0 la ligne décrite par la FONCTION FFRONT(NOREFL, X, Y) ou sur COURBEJ pour J = NOREFL
- NFFRON = 0 la ligne est la droite joignant NEXTR1 à NEXTR2
- NFFRON = -1 les points intermédiaires sont fournis par cartes données (boucle (2))
- NFFRON = -2 la ligne est la portion de cercle centré à l'origine et passant par NEXTR1 et NEXTR2 (attention au sens).

Si une fonction descriptive est utilisée, la ligne doit être décrite dans le sens trigonométrique



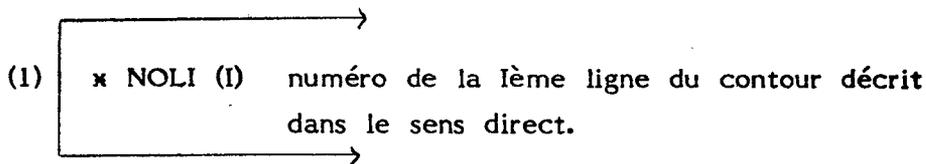
### 5. Mot-clé QUAC

trianguler ou quadranguler un domaine défini par son contour.

POIN et LIGN ont été exécutés.

- \* QUAC (I) le mot à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NUDSD (I) numéro de sous-domaine de la partie à mailler
- \* NBRELI (I) nombre de lignes du contour de cette partie
- \* NSIL (I) sens de parcours de la lère ligne du contour :  
1 : de NEXTR1 vers NEXTR2  
-1 : sinon

Boucle J = 1 à NBRELI

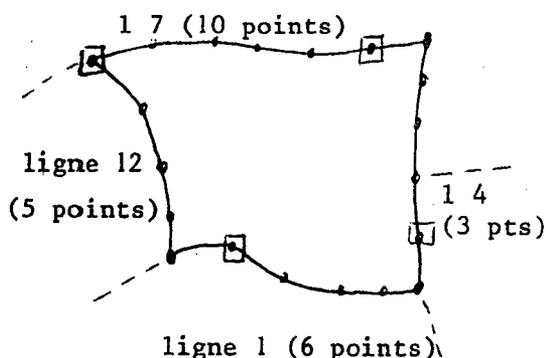


- \* IMAX (I) nombre de points sur le 1er côté du quadrilatère courbe à mailler
- \* NQUAD (I) 1 maillage en quadrangles  
0 maillage en triangles  
-1 idem et traitement particulier des coins  
-2 (et -3) idem avec un maillage plus régulier et traitement particulier des coins.  
-4 (et -5) idem avec un maillage plus régulier.

Deux lignes se suivant doivent avoir une extrémité commune.

Le nombre de points sur le contour doit être pair.

Exemple : détermination de JMAX : le nombre de points des cotés 2 et 4



IMAX = 6 (donné)

Il y a 21 points au total : donc

JMAX = 6 (calculé)

Les 4 côtés du quadrilatère courbe sont alors parfaitement définis (voir dessin) par la donnée des lignes du contour : 12 - 1 - 4 - 7.

□ extrémité d'un coté.

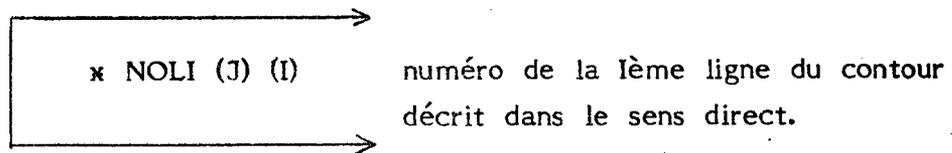
Remarque : IMAX ≥ 2 (JMAX calculé idem)

6. Mot-clé TRIA

triangler un domaine quelconque

- x TRIA (I) le mot à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- x NUDSD (I) numéro de sous-domaine de la partie à mailler
- x NBRELI (I) nombre de lignes du contour de cette partie
- x NSIL (I) sens de parcours de la première ligne du contour  
1 : de NEXTR1 vers NEXTR2  
-1: sinon

Boucle J = 1 à NBRELI



Une ligne peut apparaître 2 fois dans le contour : les points seront identifiés (ex : appuyer le maillage sur une ligne)

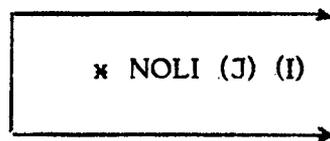
Deux lignes identiques peuvent apparaître : les points ne seront pas identifiés (ex : fissure).

7. Mot-clé TRIH

triangler un domaine quelconque

- x TRIH (I) le mot à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- x NUDSD (I) numéro de sous-domaine de la partie à mailler
- x NBRELI (I) nombre de lignes du contour de cette partie
- x NSIL (I) sens de parcours de la première ligne du contour  
1 : de NEXTR1 vers NEXTR2  
-1: sinon

Boucle J = 1 à NBRELI



numéro de la lème ligne du contour décrit dans le sens direct.

Une ligne peut apparaître 2 fois dans le contour : les points seront identifiés (ex : appuyer le maillage sur une ligne)

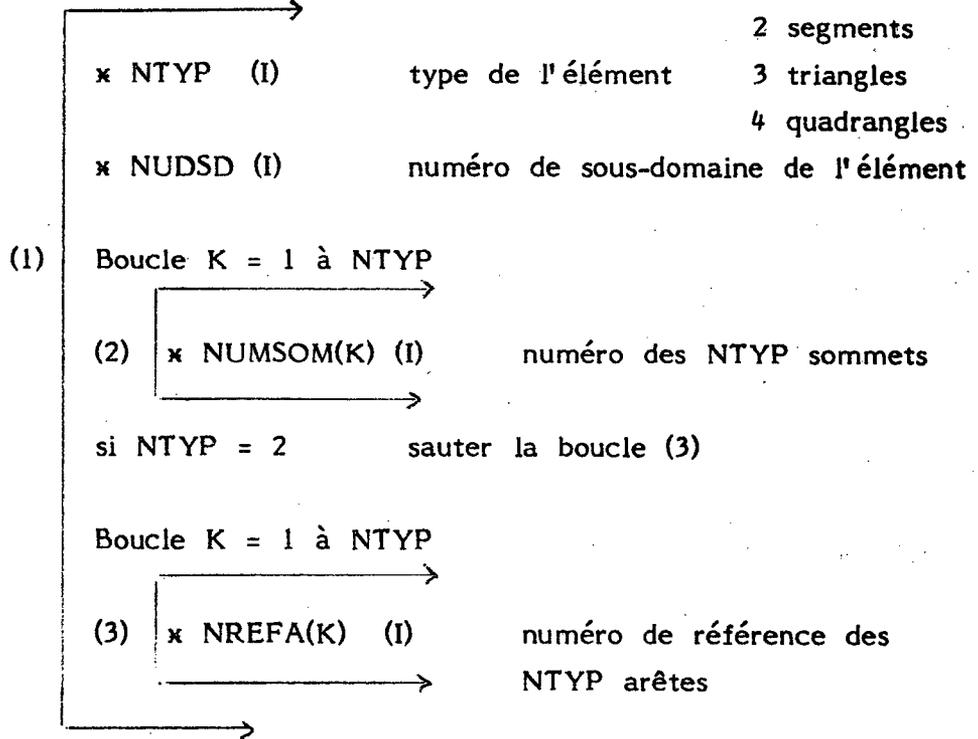
Deux lignes identiques peuvent apparaître : les points ne seront pas identifiés (ex : fissure).

8. Mot-clé MANU

générer des triangles ou des quadrangles  
manuellement

- x MANU (A) le mot à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- x NE (I) nombre d'éléments à générer

Boucle J = 1 à NE



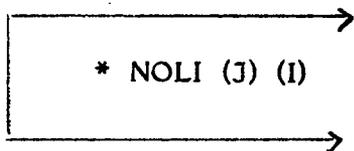
NUMSOM(K) est un des points de POIN qui a dû être exécuté auparavant.

L'ordre des sommets et des arêtes est l'ordre standard de la S.D. NOPO (cf 2).

8bis Mot-clé BARR mailler en segments un contour

- \* BARR (A) le mot à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NUDSD (I) numéro de sous-domaine de la partie à mailler
- \* NBRELI (I) nombre de lignes du contour de cette partie
- \* NSIL (I) sens de parcours de la première ligne du contour  
1 : de NEXTR1 vers NEXTR2  
-1: sinon

Boucle J = 1 à NBRELI



numéro de la Jème ligne du contour décrit dans le sens direct.

Le contour est défini par une succession de lignes.

8ter Mot-clé OBJE mailler un élément unité

- \* OBJE (A) le mot à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVEAU (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NCGE (I) code géométrique de l'élément  
3 : triangle, 4 : quadrangle
- \* IREF (I) option pour les références  
0 : toutes les références (arêtes, sommets) à 0  
1 : toutes les références sont différenciées  
sommets 1, 2, 3, (4)  
arêtes (4), 5, 6, 7, (8)

Remarques :

- i) le numéro de sous-domaine est mis à 1
- ii) 'NUME' peut être utile pour modifier des numéros.

9. Mot-clé SYMD

générer le maillage symétrique d'un maillage donné par rapport à une droite.

- \* SYMD (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)

Boucle J = 1 à NBNNF

- (1) 

* NUMANCIEN (I) ancien numéro de référence
* NUMNOUVEAU (I) nouveau numéro lui correspondant

Si NBNNSD = 0 sauter la boucle (2)

Boucle J = 1 à NBNNSD

- (2) 

* NUMANCIEN (I) ancien numéro de sous-domaine
* NUMNOUVEAU (I) nouveau numéro lui correspondant

- \* A (R) paramètres de symétrie : ce sont les coefficients
- \* B (R) de la droite d'équation :  $Ax + By + C = 0$
- \* C (R)

10. Mot-clé TRAN générer le maillage translaté d'un maillage donné

- \* TRAN (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)

Boucle J = 1 à NBNNF

- (1) 

	→
*	NUMANCIEN (I) ancien numéro de référence
*	NUMNOUVEAU (I) nouveau numéro lui correspondant
	→

Si NBNSD = 0 sauter la boucle (2)

Boucle J = 1 à NBNSD

- (2) 

	→
*	NUMANCIEN (I) ancien numéro de sous-domaine
*	NUMNOUVEAU (I) nouveau numéro lui correspondant
	→

- \* A (R) paramètres de translation : la composante en x
- \* Y (R) puis en y du vecteur translation.

11. Mot-clé ROTA

générer le maillage obtenu après rotation d'un maillage donné

- \* ROTA (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)

Boucle J = 1 à NBNNF

- (1)
- |                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| * NUMANCIEN (I)  | ancien numéro de référence       |
| * NUMNOUVEAU (I) | nouveau numéro lui correspondant |

Si NBNNSD = 0 sauter la boucle (2)

Boucle J = 1 à NBNNSD

- (2)
- |                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| * NUMANCIEN (I)  | ancien numéro de sous-domaine    |
| * NUMNOUVEAU (I) | nouveau numéro lui correspondant |

- \* TETA (R) angle en degré de la rotation
- \* X (R) abcisse du centre de rotation
- \* Y (R) ordonnée du centre de rotation

12. Mot-clé DILA

générer le maillage dilaté d'un maillage donné

- \* DILA (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)

Boucle J = 1 à NBNNF

- (1) 

* NUMANCIEN (I)	ancien numéro de référence
* NUMNOUVEAU (I)	nouveau numéro lui correspondant

Si NBNNSD = 0 sauter la boucle (2)

Boucle J = 1 à NBNNSD

- (2) 

* NUMANCIEN (I)	ancien numéro de sous-domaine
* NUMNOUVEAU (I)	nouveau numéro lui correspondant

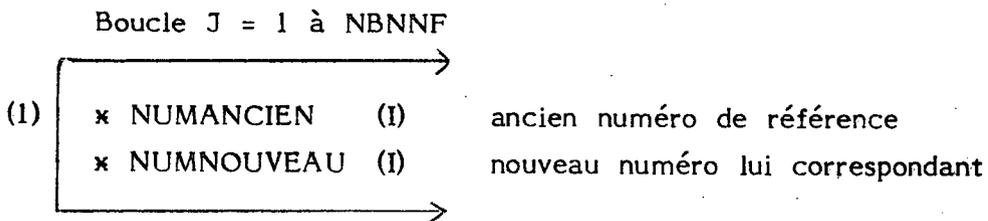
- \* DIL X (R) coefficient de dilatation en x
- \* DIL Y (R) coefficient de dilatation en y
- \* XINVA (R) abscisse d'un point invariant pour cette transformation
- \* YINVA (R) son ordonnée

13. Mot-clé RECO

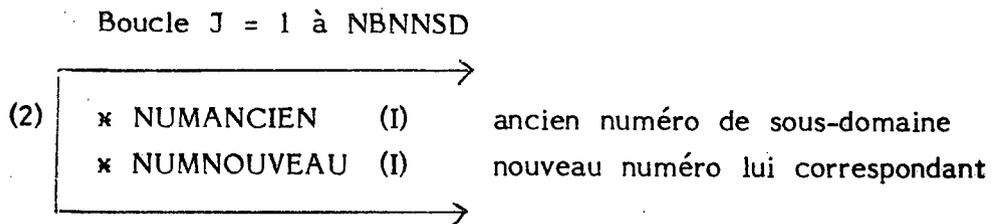
générer le maillage obtenu par recollement de deux maillages donnés

- \* RECO (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale numéro un
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale numéro deux
- \* NIVO3 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* EPS (R) précision de recollement  
EPS > 0 norme infinie relative  
EPS < 0 norme infinie absolue
- \* IOPT (I) option de recollement  
0 deux points identiques de numéros de référence différents sont recollés. La référence est mise à zéro.  
1 deux tels points ne sont pas recollés
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)



Si NBNSD = 0 sauter la boucle (2)



Les 3 niveaux doivent être différents.

14. Mot-clé Q4T      couper chaque quadrangle en 4 triangles

- \* Q4T      (A)    le mot-clé à activer
- \* IMPRE    (I)    paramètre d'impression
- \* NIVO1    (I)    niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2    (I)    niveau de la S.D. NOPO résultat

15. Mot-clé RETR      retriangler chaque élément

- \* RETR    (A)    le mot-clé à activer
- \* IMPRE    (I)    paramètre d'impression
- \* NIVO1    (I)    niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2    (I)    niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* N        (I)    paramètre de subdivision

Chaque triangle est subdivisé en  $N^2$  triangles

Chaque quadrangle est subdivisé en  $N^2$  quadrangles.

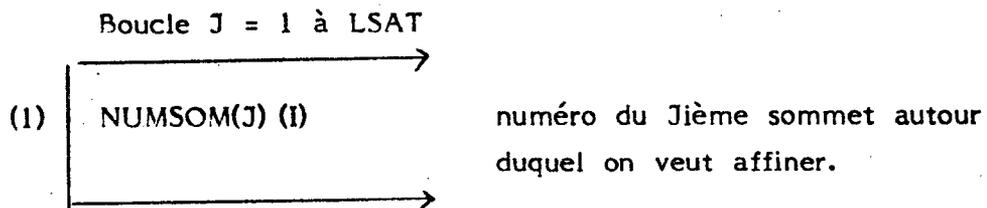
15bis Mot-clé REGU      régulariser un maillage

- \* REGU    (A)    le mot clé à activer
- \* IMPRE    (I)    paramètre d'impression
- \* NIVO1    (I)    niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2    (I)    niveau de la S.D. NOPO résultat.

16. Mot-clé AFFL

Affinage du maillage autour de certains sommets

- \* AFFL (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- \* NOUAD (I) en découpant les triangles on peut générer des quadrilatères : 1  
sinon 0
- \* LSAT (I) nombre de sommets à traiter



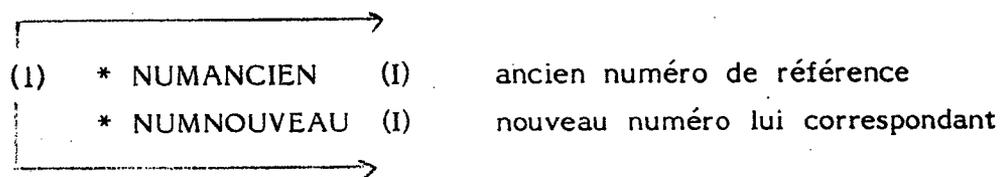
Si on veut affiner N fois autour d'un sommet, il suffit de le déclarer autant de fois dans LSAT et dans la liste NUMSOM.

16bis Mot-clé NUME changement de numéro

- \* NUME (A) le mot clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- \* NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat.
- \* NBNNF (I) nombre de numéros de référence à changer
- \* NBNSD (I) nombre de numéros de sous-domaines à changer

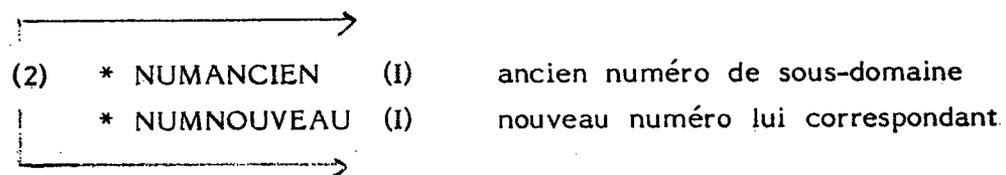
Si NBNNF = 0 sauter la boucle (1)

Boucle J = 1 à NBNNF



Si NBNSD = 0 sauter la boucle (2)

Boucle J = 1 à NBNSD



Les 3 niveaux doivent être différents.

17. Mot-clé ADPO

ajouter des noeuds non sommets et/ou retirer les sommets de la liste des noeuds

- x ADPO (A) le mot-clé à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- x NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat
- x NI (I) nombre de noeuds sur les arêtes (extrémités exclues)
  
- x ISET (I) nombre de noeuds internes à chaque triangle
- x ISEQ (I) nombre de noeuds internes à chaque quadrangle
- x NOESOM (I) 1 les sommets sont des noeuds  
0 sinon.

Ce mot-clé doit être activé après tous les précédents.  
Il n'est plus possible d'activer les mots-clés précédents.

18. Mot-clé RENC renuméroter les noeuds

- x RENC (A) le mot-clé à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- x NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat

Ce mot-clé vient en fin de traitement (avant SAUV et FIN)

19. Mot-clé RENE renuméroter les noeuds et les éléments

- x RENE (A) le mot-clé à activer
- x IMPRE (I) paramètre d'impression
- x NIVO1 (I) niveau de la S.D. NOPO initiale
- x NIVO2 (I) niveau de la S.D. NOPO résultat

Ce mot-clé vient en fin de traitement (avant SAUV et FIN).

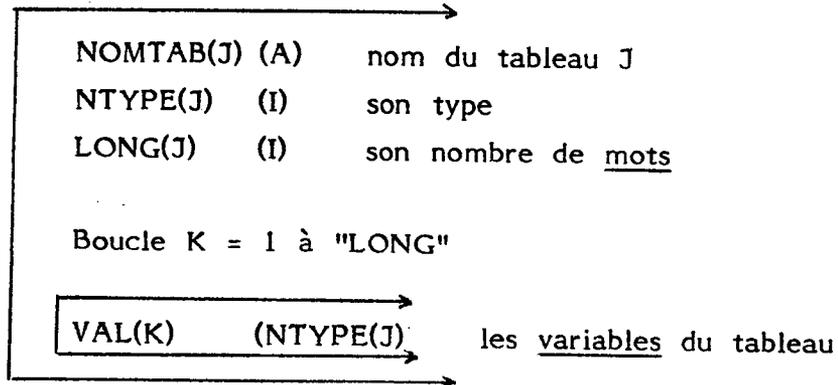
20. Mot-clé SAUV

sauver sur fichier séquentiel une S.D. NOPO

- \* SAUV (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NINOPO (I) niveau de la S.D. NOPO à sauver
- \* NTNPO (I) nombre de tableaux à associer, en général 0
- \* NOM\_NOPO(A) nom du fichier de sauvegarde.

si NTNPO = 0 fin

Boucle J = 1 à NTNPO



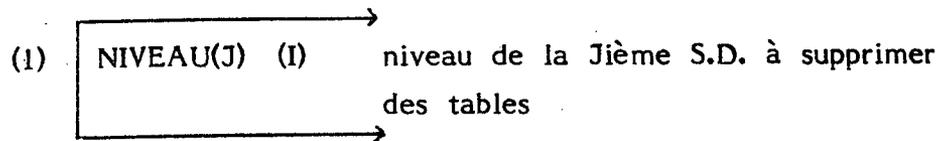
Ce mot-clé peut être activé à tout moment pour sauver sur fichier séquentiel tout ou partie du maillage en vue :

- de visualisation (TRNOPO)
- de la suite du traitement (COMACO, THELAS, ...)

21. Mot-clé TUER enlever des tables une ou plusieurs S.D. NOPO  
devenues inutiles.

- \* TUER (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NBRE (I) nombre de S.D. à tuer

Boucle J = 1 à NBRE



L'utilisation de ce mot-clé, réalisable à tout moment, permet de minimiser la place mémoire nécessaire.

22. Mot-clé INTR introduire en mémoire centrale une S.D. NOPO sur  
fichier séquentiel

- \* INTR (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NINOPO (I) son niveau
- \* NOM\_NOPO(A) nom du fichier contenant la S.D. NOPO

Pour être utilisable par les modules de symétrie, translation, ..., cette S.D. NOPO doit contenir un maillage de type P1 (noeuds = points = sommets)

23. Mot-clé IMPR imprimer sur papier une S.D. NOPO résidant en  
mémoire centrale

- \* IMPR (A) le mot-clé à activer
- \* IMPRE (I) paramètre d'impression
- \* NINOPO (I) le niveau de la S.D. NOPO

24. Mot-clé FIN fin de l'exécution

- \* FIN (A) le mot-clé à activer

## 6. Un exemple complet

Il s'agit d'étudier le comportement thermique d'un moteur électrique et plus précisément de son rotor.

Ce rotor possédant des symétries, nous n'en étudions qu'une partie.

Nous présentons ci-après :

- 1) L'arbre de l'enchaînement des différents modules (figure 1)
- 2) La partie centrale du rotor et ses différentes zones (figure 2)
- 3) La moitié d'un conducteur situé en périphérie du rotor (Figure 3).
- 4) Les cartes données (ces cartes ont été créées par le préprocesseur aacnvapn cf 105 ou aaapnopo n°108).
- 5) Quelques vues du maillage de différentes parties et le résultat final (les numéros de zone permettent de se reporter à la figure 1)
- 6) Des extraits du listing résultat (le paramètre d'impression étant très faible).

LE ROTOR DE L'INTERCONNEXION

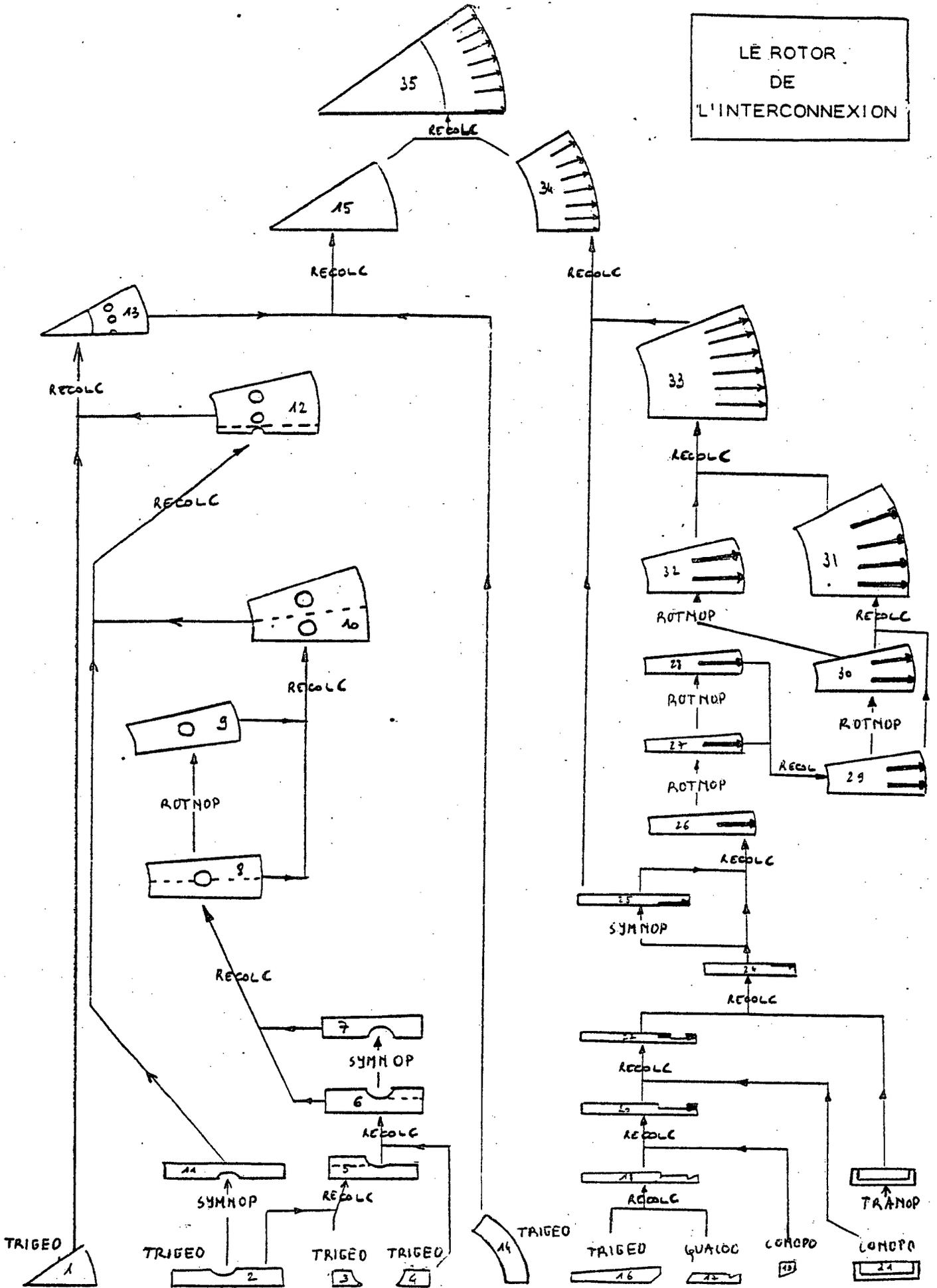


Figure 1

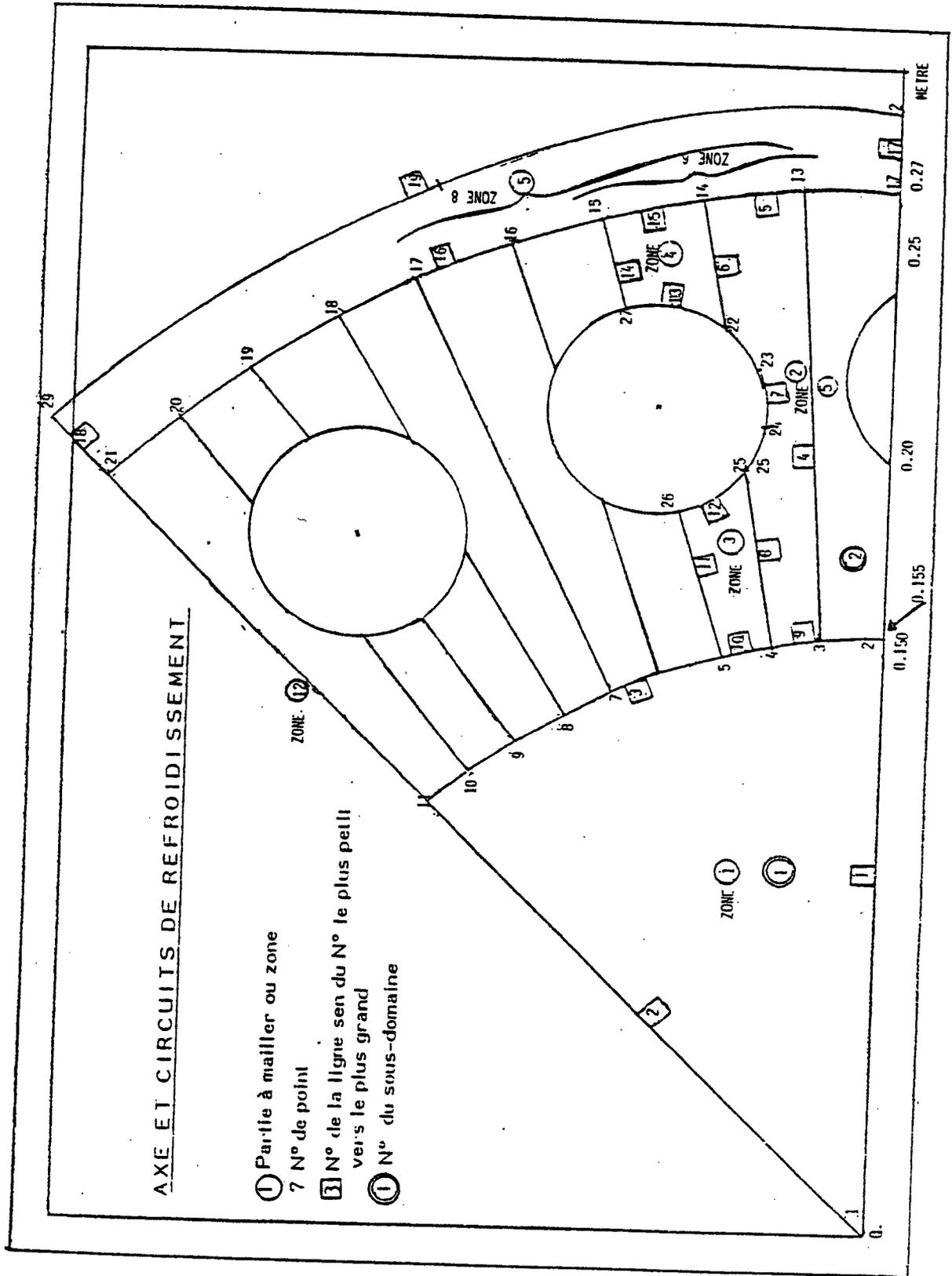
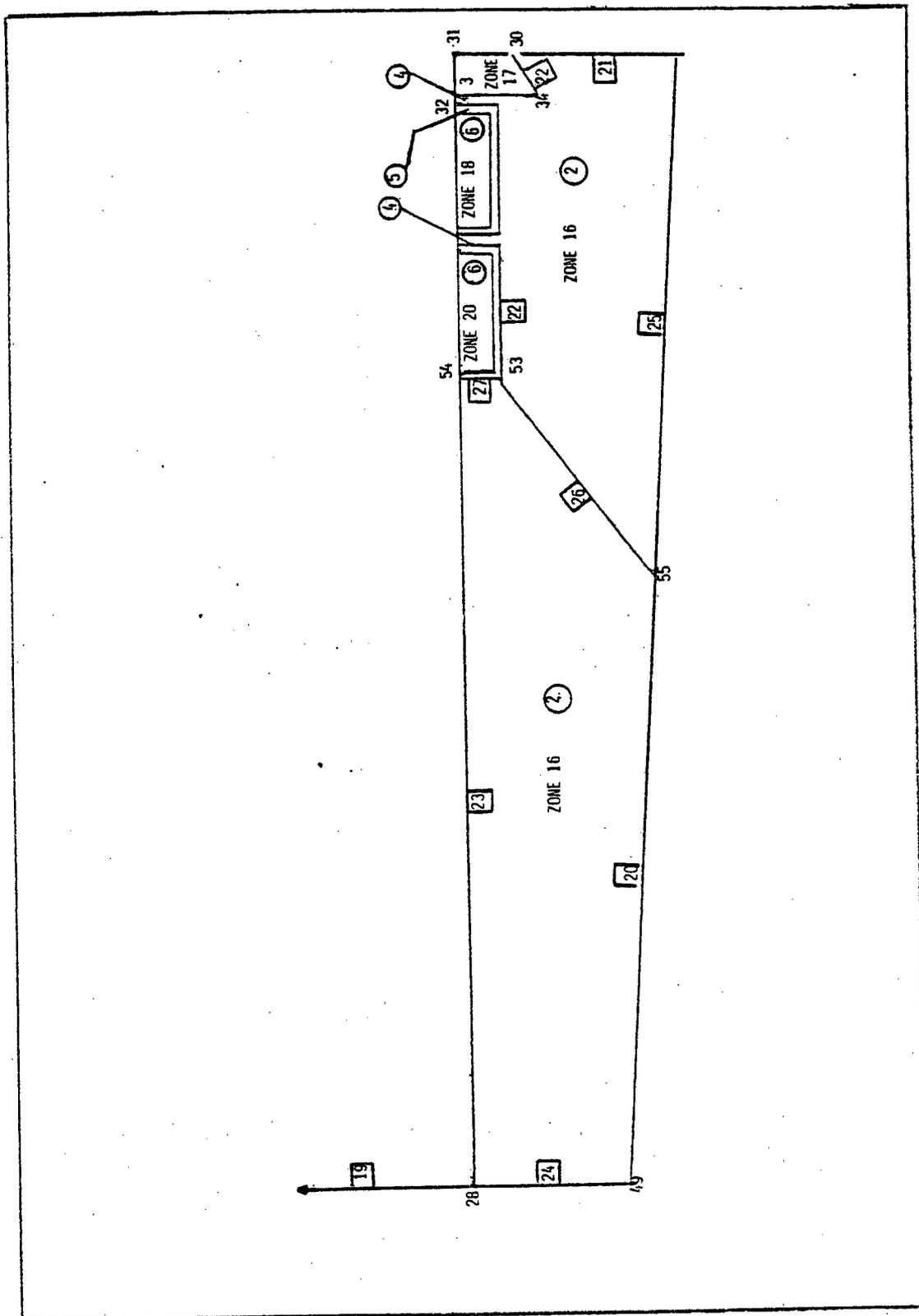


Figure 2



1/2 CONDUCTEUR ET SA PERIPHERIE

Figure 3.

ETUDE THERMIQUE DU MOTEUR SNCF RATP

CCURBE S

0 1

CCURBE C1(X,Y)=

(X-.2125037)\*\*2 + (Y-.05694J2)\*\*2 - .026\*.026;

\$ IMPRE NFOUC \$

FIN

POIN

\$	NO P	55	NOREF(NOP)	X(NOP)	Y(NOP)	\$ IMPRE	POINT	\$
0	0	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0	0
0	1	0	0	0.155000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0	0
0	2	0	0	0.155000E+00	0.100000E+00	0.135000E+00	1	0
0	3	0	0	0.155000E+00	0.200000E+00	0.269155E+00	5	0
0	4	0	0	0.142971E+00	0.29719E+00	0.401170E+00	11	0
0	5	0	0	0.145000E+00	0.300000E+00	0.530000E+00	20	0
0	6	0	0	0.140000E+00	0.300000E+00	0.660000E+00	30	0
0	7	0	0	0.133500E+00	0.300000E+00	0.775000E+00	40	0
0	8	0	0	0.126000E+00	0.300000E+00	0.890000E+00	50	0
0	9	0	0	0.118500E+00	0.300000E+00	0.992000E+00	60	0
0	10	0	0	0.109602E+00	0.300000E+00	0.109602E+00	70	0
0	11	0	0	0.100000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	80	0
0	12	0	0	0.090000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	90	0
0	13	0	0	0.080000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	100	0
0	14	0	0	0.070000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	110	0
0	15	0	0	0.060000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	120	0
0	16	0	0	0.050000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	130	0
0	17	0	0	0.040000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	140	0
0	18	0	0	0.030000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	150	0
0	19	0	0	0.020000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	160	0
0	20	0	0	0.010000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	170	0
0	21	0	0	0.000000E+00	0.300000E+00	0.000000E+00	180	0
0	22	0	0	0.000000E+00	0.290000E+00	0.000000E+00	190	0
0	23	0	0	0.000000E+00	0.280000E+00	0.000000E+00	200	0
0	24	0	0	0.000000E+00	0.270000E+00	0.000000E+00	210	0
0	25	0	0	0.000000E+00	0.260000E+00	0.000000E+00	220	0
0	26	0	0	0.000000E+00	0.250000E+00	0.000000E+00	230	0
0	27	0	0	0.000000E+00	0.240000E+00	0.000000E+00	240	0
0	28	0	0	0.000000E+00	0.230000E+00	0.000000E+00	250	0
0	29	0	0	0.000000E+00	0.220000E+00	0.000000E+00	260	0
0	30	0	0	0.000000E+00	0.210000E+00	0.000000E+00	270	0
0	31	0	0	0.000000E+00	0.200000E+00	0.000000E+00	280	0
0	32	0	0	0.000000E+00	0.190000E+00	0.000000E+00	290	0
0	33	0	0	0.000000E+00	0.180000E+00	0.000000E+00	300	0
0	34	0	0	0.000000E+00	0.170000E+00	0.000000E+00	310	0
0	35	0	0	0.000000E+00	0.160000E+00	0.000000E+00	320	0
0	36	0	0	0.000000E+00	0.150000E+00	0.000000E+00	330	0
0	37	0	0	0.000000E+00	0.140000E+00	0.000000E+00	340	0
0	38	0	0	0.000000E+00	0.130000E+00	0.000000E+00	350	0
0	39	0	0	0.000000E+00	0.120000E+00	0.000000E+00	360	0
0	40	0	0	0.000000E+00	0.110000E+00	0.000000E+00	370	0
0	41	0	0	0.000000E+00	0.100000E+00	0.000000E+00	380	0
0	42	0	0	0.000000E+00	0.090000E+00	0.000000E+00	390	0
0	43	0	0	0.000000E+00	0.080000E+00	0.000000E+00	400	0
0	44	0	0	0.000000E+00	0.070000E+00	0.000000E+00	410	0
0	45	0	0	0.000000E+00	0.060000E+00	0.000000E+00	420	0
0	46	0	0	0.000000E+00	0.050000E+00	0.000000E+00	430	0
0	47	0	0	0.000000E+00	0.040000E+00	0.000000E+00	440	0
0	48	0	0	0.000000E+00	0.030000E+00	0.000000E+00	450	0
0	49	0	0	0.000000E+00	0.020000E+00	0.000000E+00	460	0
0	50	0	0	0.000000E+00	0.010000E+00	0.000000E+00	470	0
0	51	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	480	0
0	52	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	490	0
0	53	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	500	0
0	54	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	510	0
0	55	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	520	0
0	56	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	530	0
0	57	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	540	0
0	58	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	550	0
0	59	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	560	0
0	60	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	570	0
0	61	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	580	0
0	62	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	590	0
0	63	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	600	0
0	64	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	610	0
0	65	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	620	0
0	66	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	630	0
0	67	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	640	0
0	68	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	650	0
0	69	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	660	0
0	70	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	670	0
0	71	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	680	0
0	72	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	690	0
0	73	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	700	0
0	74	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	710	0
0	75	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	720	0
0	76	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	730	0
0	77	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	740	0
0	78	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	750	0
0	79	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	760	0
0	80	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	770	0
0	81	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	780	0
0	82	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	790	0
0	83	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	800	0
0	84	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	810	0
0	85	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	820	0
0	86	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	830	0
0	87	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	840	0
0	88	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	850	0
0	89	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	860	0
0	90	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	870	0
0	91	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	880	0
0	92	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	890	0
0	93	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	900	0
0	94	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	910	0
0	95	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	920	0
0	96	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	930	0
0	97	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	940	0
0	98	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	950	0
0	99	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	960	0
0	100	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	970	0
0	101	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	980	0
0	102	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	990	0
0	103	0	0	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	1000	0

'LIGN

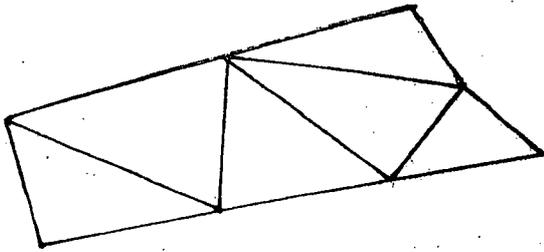
\$	NO LIG	27	NO ELIG	NEXTR1	NEXTR2	NOREFL	NFFRON	\$	IMPRE	NOLM	\$
0	1	0	0	1	2	0	0	0	0.800000E+00	0	0
0	2	0	0	1	1	0	0	0	0.800000E+00	0	0
0	3	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	4	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	5	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	6	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	7	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	8	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	9	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	10	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	11	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	12	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	13	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	14	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	15	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	16	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	17	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	18	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	19	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	20	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E+01	0	0
0	21	0	0	1	1	0	0	0	0.100000E		



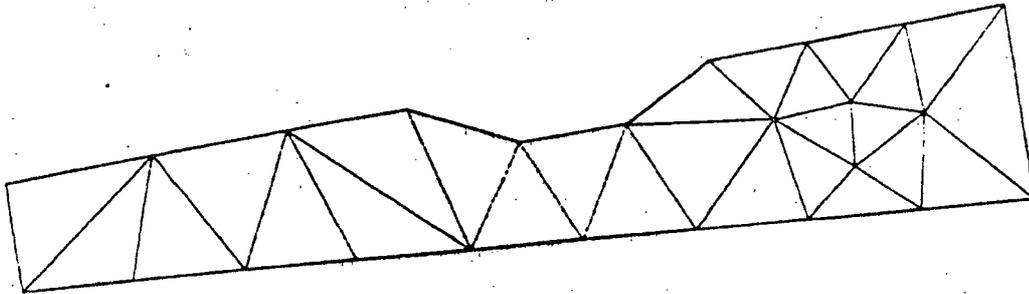
MANU	NOPO	NE	NS1	NS2	NS3	IMP	NIN	NOPO	NE
33	32	38				\$	IMP	NIN	NOPO
33	32	37				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
40	33	38				\$	NFA1	NFA2	NFA3
40	38	39				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
39	38	37				\$	NFA1	NFA2	NFA3
40	40	39				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
40	39	42				\$	NFA1	NFA2	NFA3
37	37	41				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
42	39	41				\$	NFA1	NFA2	NFA3
46	43	45				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
46	43	42				\$	NFA1	NFA2	NFA3
46	42	44				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
46	41	44				\$	NFA1	NFA2	NFA3
46	45	47				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
46	44	47				\$	NFA1	NFA2	NFA3
0	0	0				\$	TYPE	NUDSD	NS1 NS2 NS3
0	0	0				\$	NFA1	NFA2	NFA3
0	0	0				\$	IMP	NIV	EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	X.	Y.	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV	NIVS
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	A.	B. C.	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV	NIVS
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	TETA.	X. Y.	
0	0	0				\$	IMP	NIV	NIVS
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	TETA.	X. Y.	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV	NIVS
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	TETA.	X. Y.	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NIV1 NIV2	NIVS EPS IOPT
0	0	0				\$	NBNNF	NBNSD	
0	0	0				\$	IMP	NBRE	
0	0	0				\$	LES	NIVEAUX	
0	0	0				\$	IMP	NIN	NOPO
0	0	0				\$	NTA	NOPO	

maillage-fichier § nom du fichier NOPO

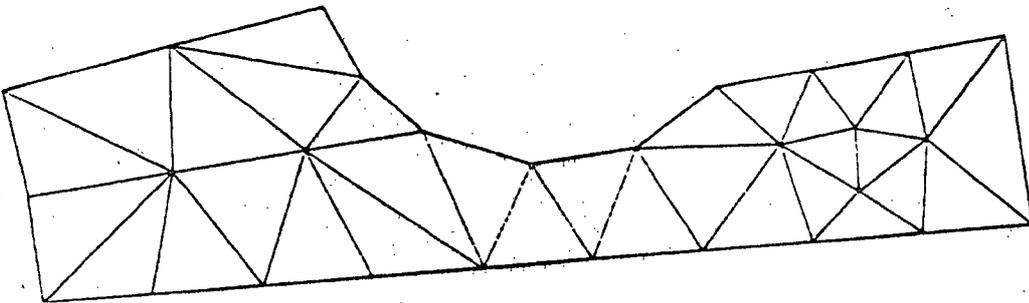
'FIN



zone 3

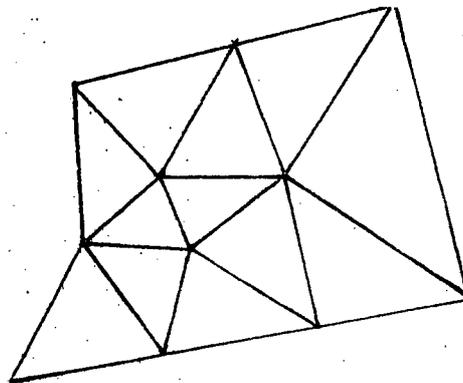


zone 2

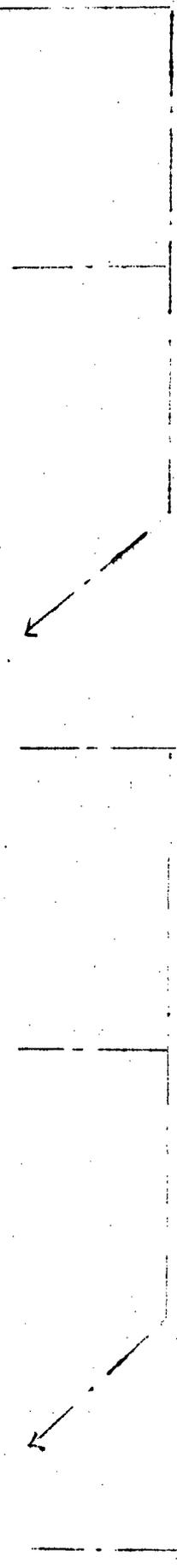
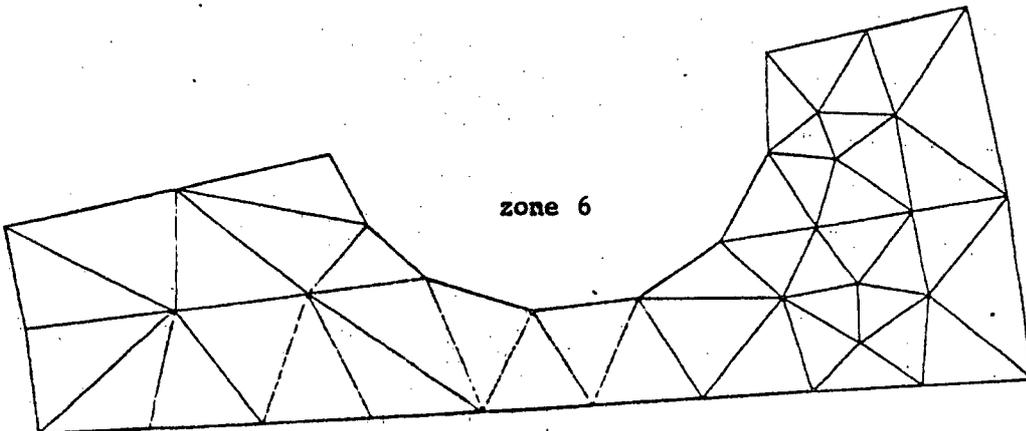


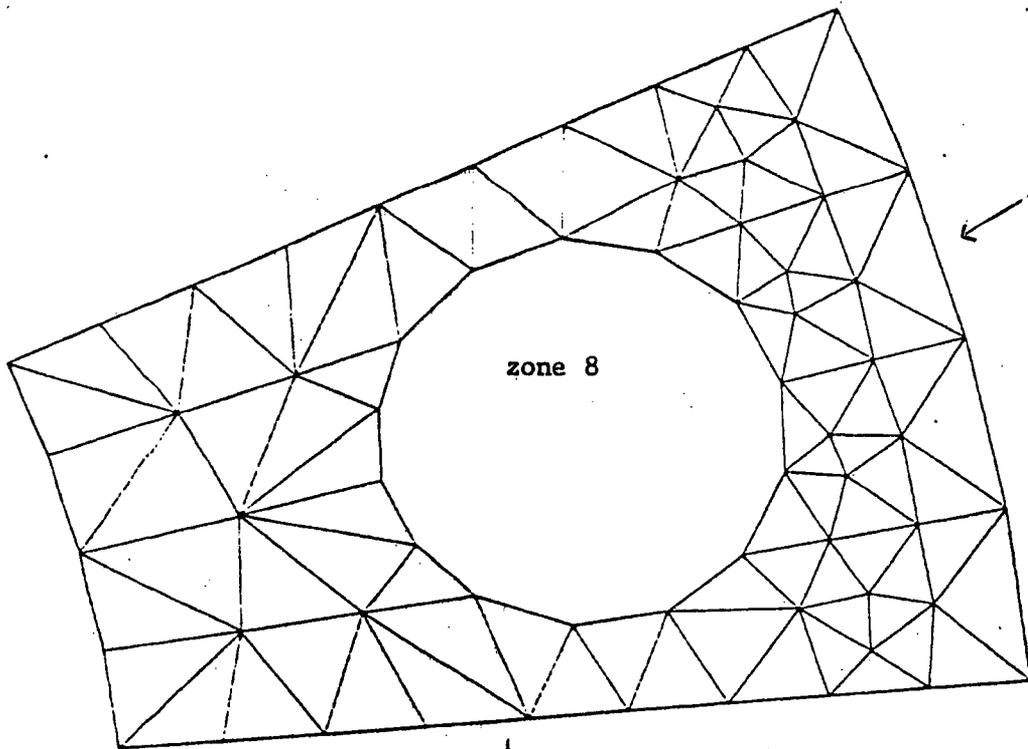
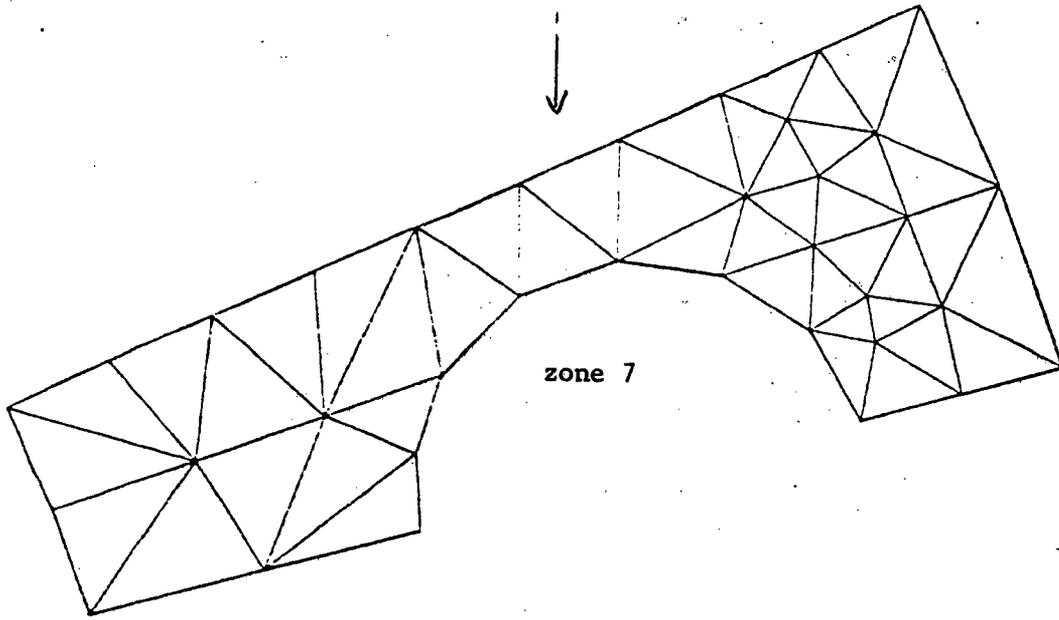
zone 5

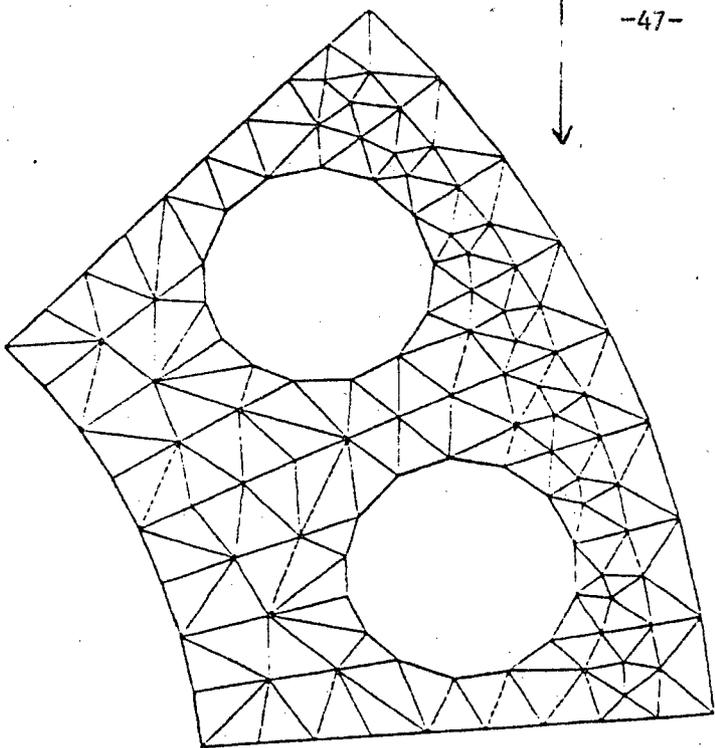
zone 4



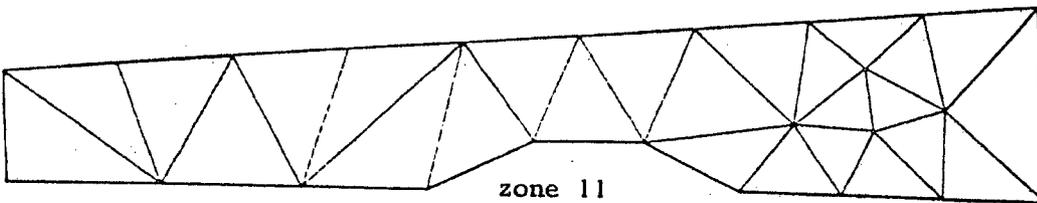
zone 6



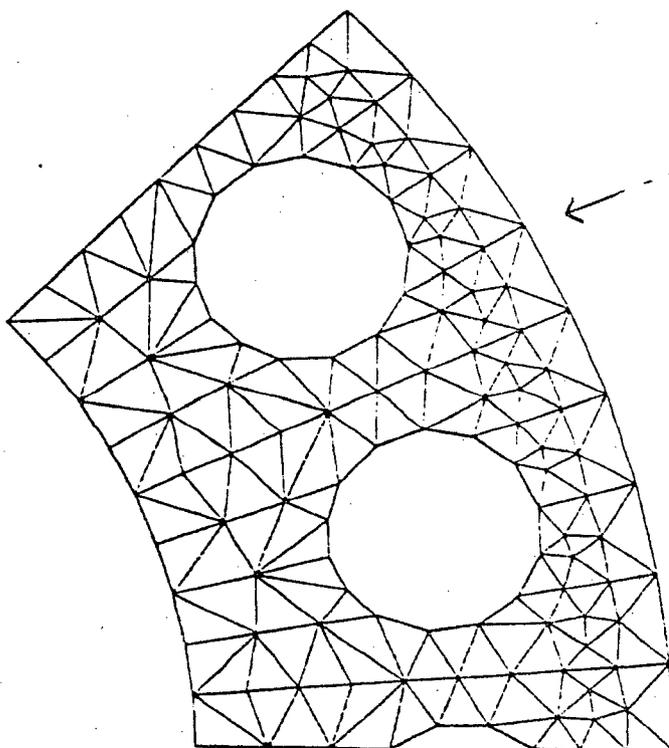




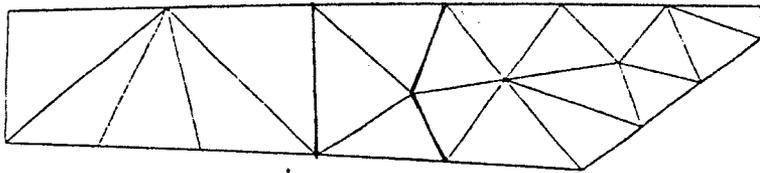
zone 10



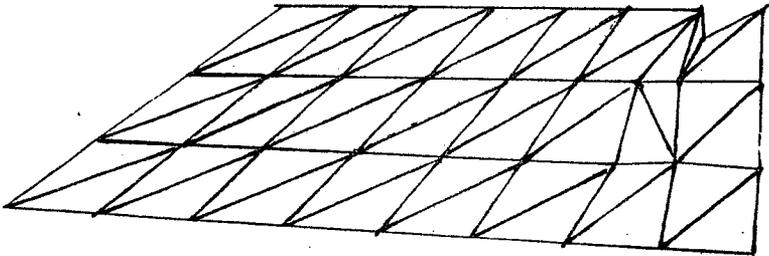
zone 11



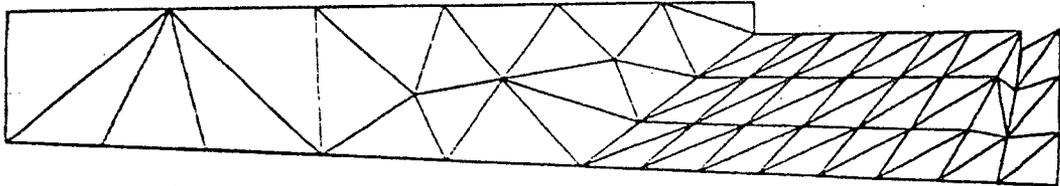
zone 12



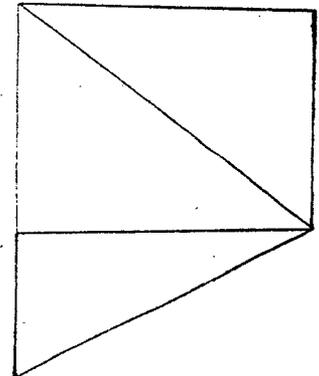
zone 16



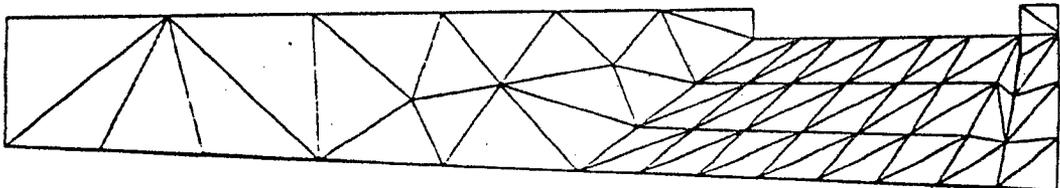
zone 17



zone 18

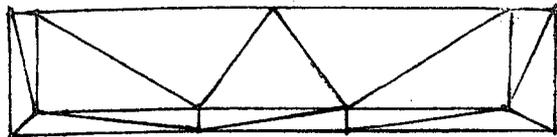


zone 19

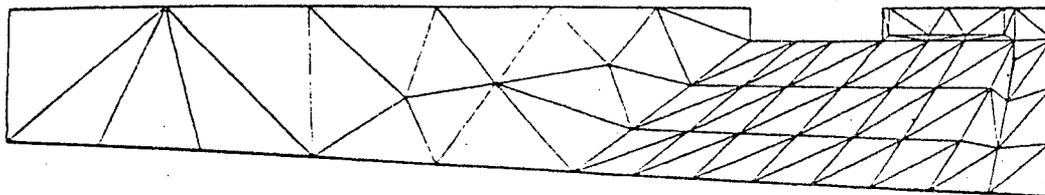


zone 20

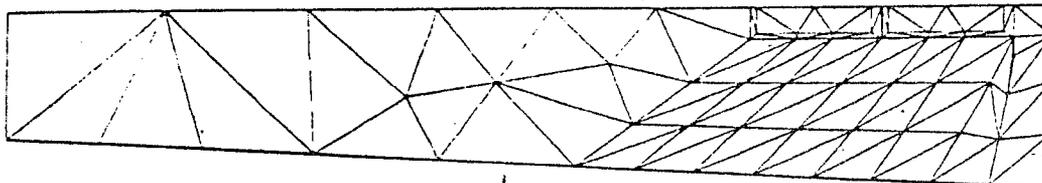




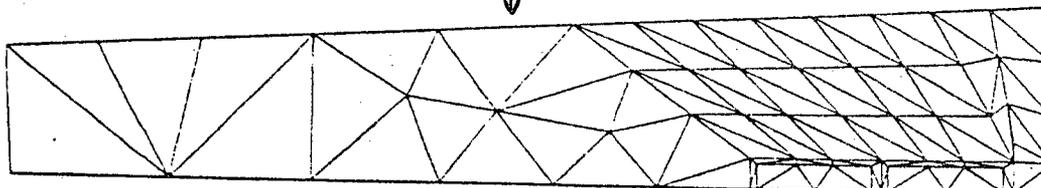
zone 11



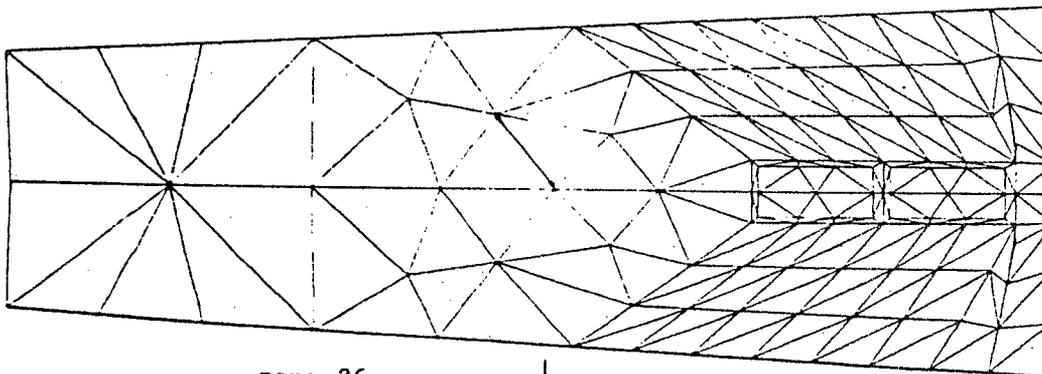
zone 22



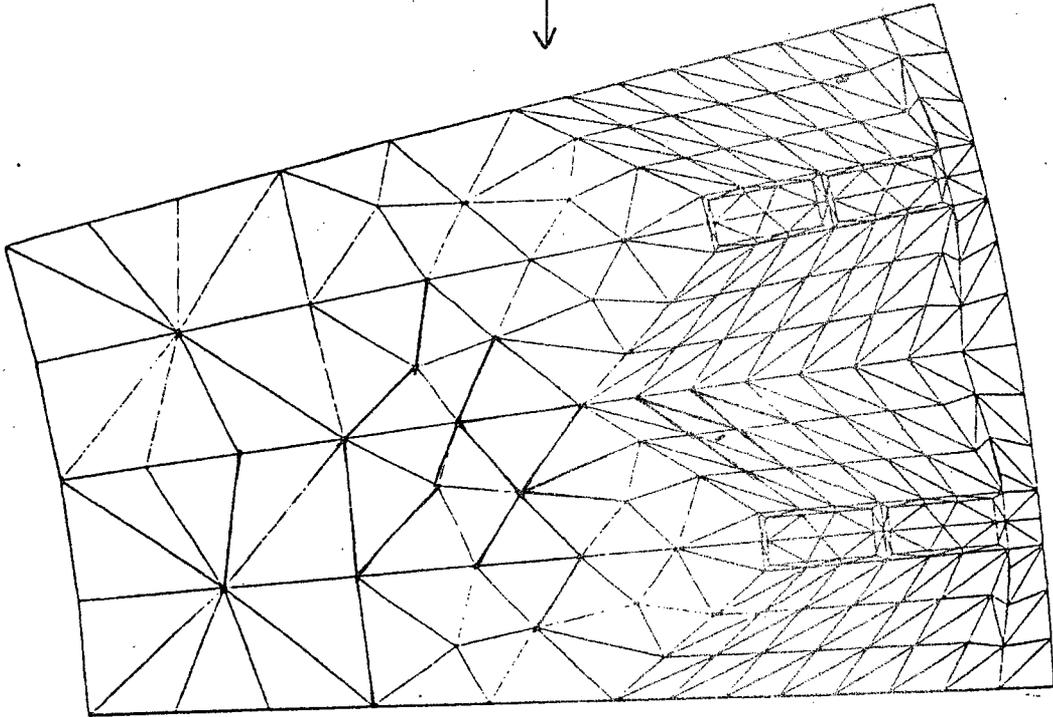
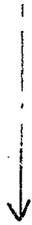
zone 24



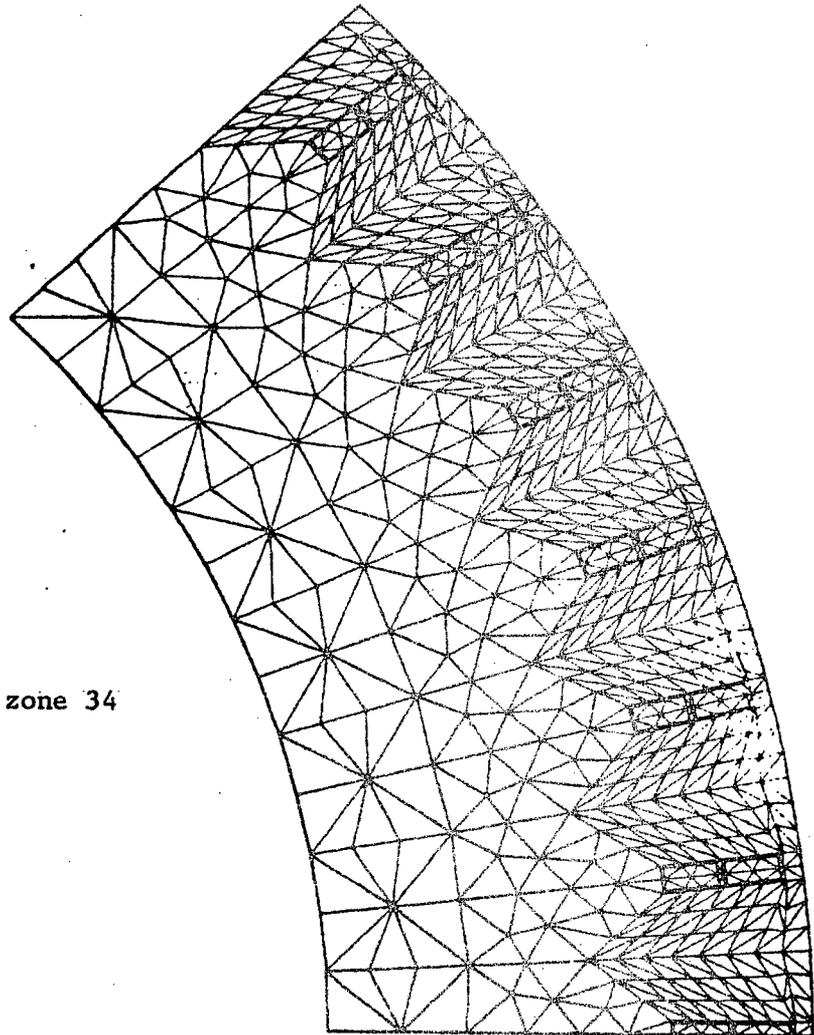
zone 25



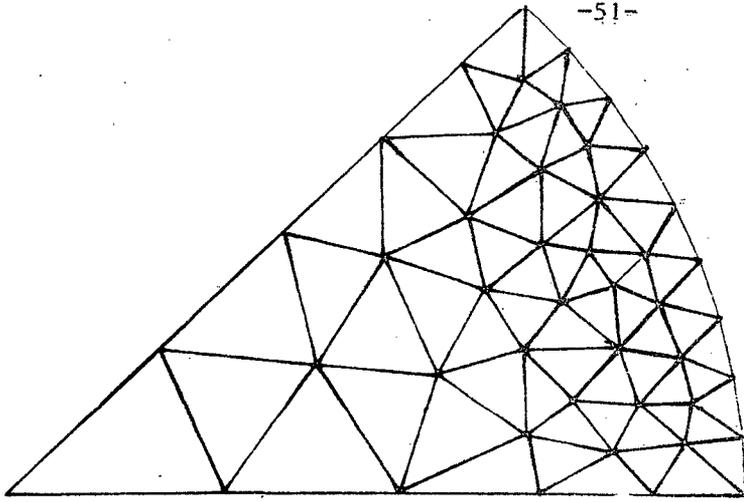
zone 26



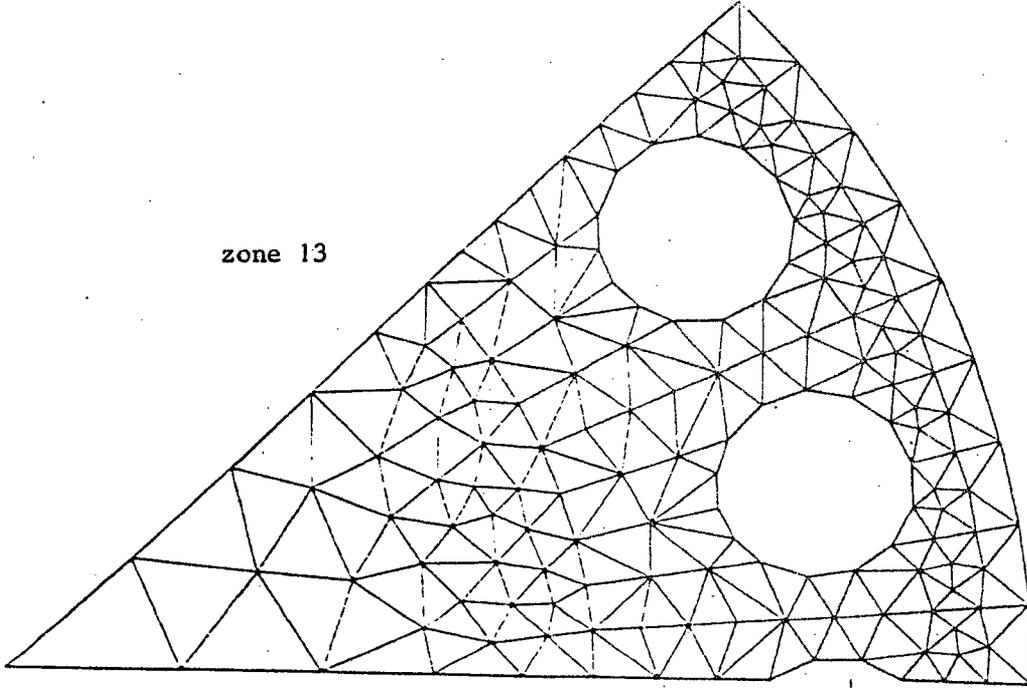
zone 29



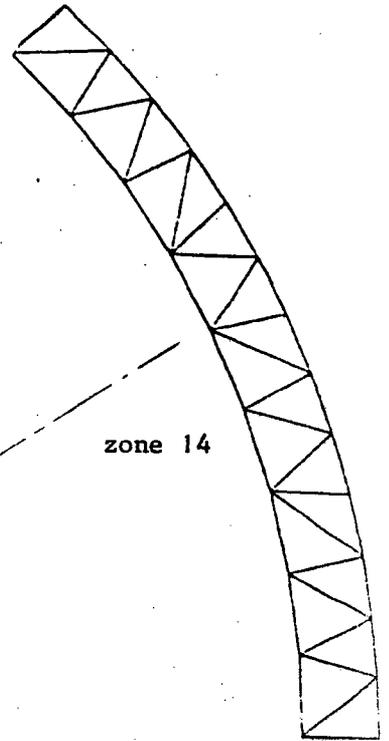
zone 34



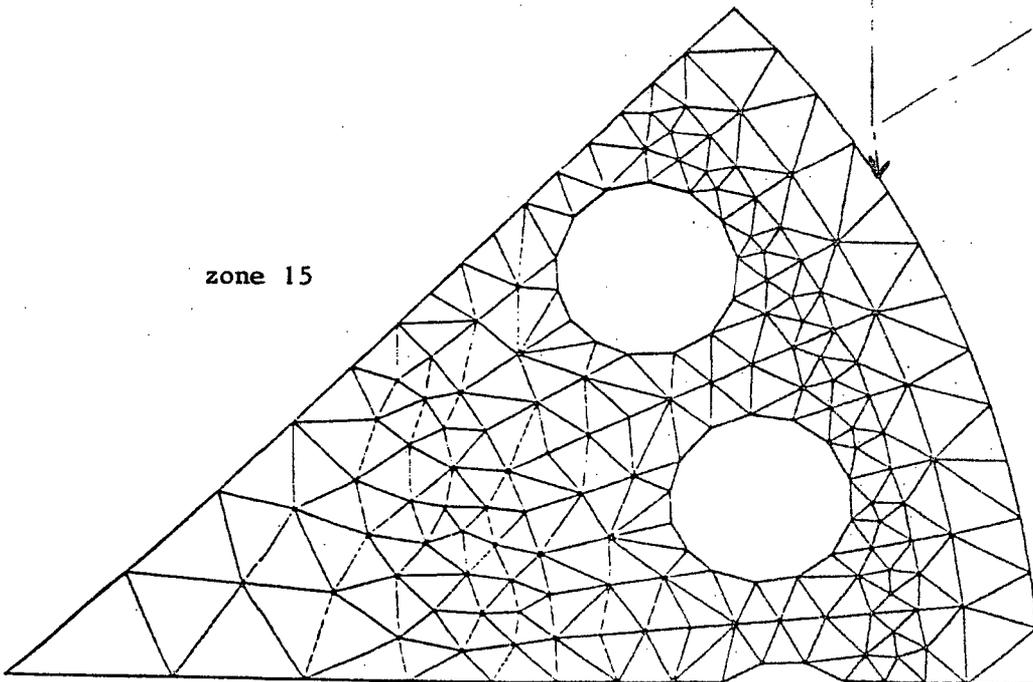
zone 1



zone 13



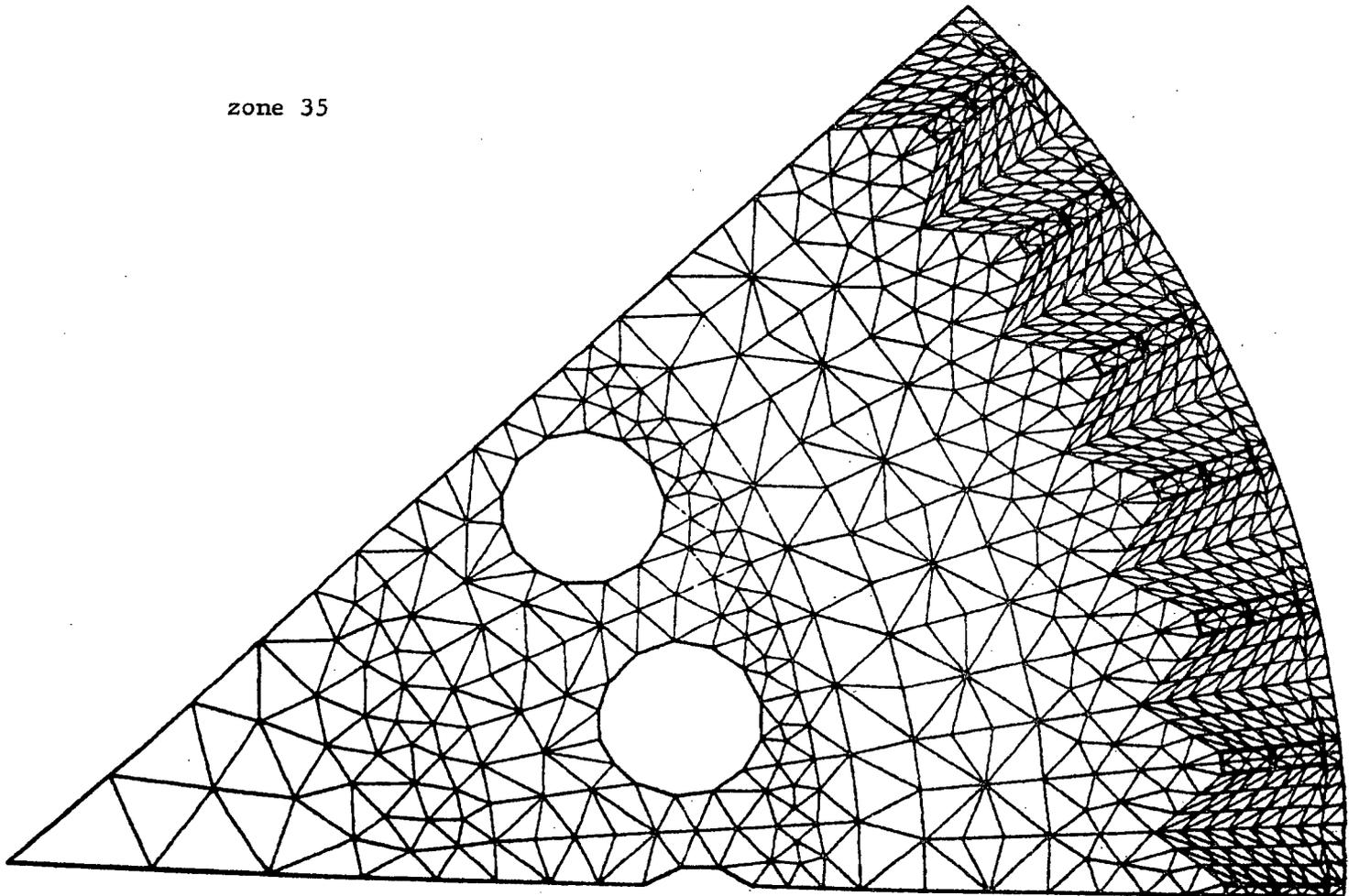
zone 14



zone 15

Résultat final :

zone 35







## AACNVAPN

### 1. But et limite d'utilisation :

#### 1.1. But

Créer le fichier de données nécessaire au module APNOPO, c'est-à-dire le fichier permettant de créer une S.D. NOPO bidimensionnelle.

#### 1.2. Limite d'utilisation

Ce module est conçu pour une S.D. bidimensionnelle.

### 2. Mise en oeuvre du module AACNVAPN :

#### 2.1. Généralités :

Ce module est un programme principal conversationnel qui est construit à partir de mots-clés, il suffit donc de taper les mots clés et de répondre aux questions.

Pour obtenir la liste des mots clés il suffit de taper :

MENU OU ? ou n'importe quoi

Il est possible de transférer des données d'un fichier existant sur le fichier des données : mot clé LIRE

Les mots clés s'articulent en plusieurs niveaux :

- i) meilleur
- ii) transformer un maillage
- iii) sauver un maillage
- iv) finir
- v) utilitaires.

Nous donnons ci-dessous la liste et la fonction associée à chaque mot clé.

## 2.2. Liste des mots-clés et leur fonction

### 2.2.1. Mailleurs

\* avant de lancer les mailleurs, il est nécessaire généralement de générer les points et les lignes caractéristiques du maillage global.

POIN : génération des points caractéristiques

LIGN : génération des lignes caractéristiques

\*

QUAC : mailler un domaine "quadrangulaire" en triangles ou quadrangles

TRIA : mailler un domaine quelconque selon un algorithme dû à A. GEORGE en triangles

BARR : mailler un contour connexe en segments

TRIH : idem pour un algorithme différent (à venir)

MANU : mailler un domaine "à la main"

OBJE : mailler des objets en catalogue.

### 2.2.2. Transformer un maillage

TRAN : translation

ROTA : rotation

SYMD : symétrie/droite

DILA : dilatation

RECO : recoller deux parties

Q4T : couper chaque quadrangle en 4 triangles

RETR : couper chaque élément en  $n^2$  éléments du même type

AFFL : affiner localement un maillage

ADPO : ajouter des noeuds non sommets  
(à effectuer à la fin de l'enchaînement)

RENE : renuméroter les noeuds et les éléments

RENC : renuméroter les noeuds seulement

REGU : régulariser un maillage

NUME : changer des numéros.

### 2.2.3. Sauvegarde et fin

SAUV : sauver sur fichier séquentiel le maillage et éventuellement imprimer la S.D. NOPO

FIN : fin.

#### 2.2.4. Utilitaires

LIRE : lire sur un fichier existant une partie des données et les reporter dans le fichier de sortie.

CONT : permet de supprimer les contrôles de compatibilité entre les données (à vos risques et périls)

INTR : mettre en mémoire centrale une S.D. NOPO préexistante

TUER : enlever des tables une ou plusieurs S.D. NOPO

IMPR : impression d'une S.D. NOPO résidant en mémoire centrale

MENU : afficher le menu : liste des mots clés et leurs fonctions

? : idem

n'importe quoi : renvoi sur MENU.

#### 3. Sous-programme supplémentaire

Aucun en général : les fonctions interprétées (cf 94) étant incorporées au module.

Sinon : FFRONT.

#### 4. Bibliothèques nécessaires et fichiers :

Bibliothèques : CONV, NOPO, FONC.

Fichiers : aucun sauf si : LIRE et INTR

## Bibliographie

- (2) A. PERRONNET, Description des structures données. Février 1985
- (3) A. PERRONNET, Le module APMEFI, version 3.2, Mai 1981 (épuisée)
- (4) O. KOUTCHMY, P. JOLY, A. PERRONNET, Les modules de maillages bidimensionnels du Club Modulef, 1977 (épuisée).
- (44) P. LAUG, Lecture de cartes données en format libre, 1985.
- (85) MODULEF, Présentation du Club Modulef.
- (94) P. LAUG, Les fonctions interprétées, version 85, 1985.
- (99) P.L. GEORGE, P. LAUG, F. PISTRE, Construction et modification de la structure de donnée NOPO, version 85, 1985.
- (104) P.L. GEORGE, Le module APNOPO, version 85, 1985, Rapport Technique n°47.
- (108) P.L. GEORGE, Programmes principaux, Programmes conversationnels, version 85, Mars 1985

Imprimé en France

par

l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique