

## IV.5. Programmation :

Pour la détermination des charges critiques on a élaboré deux programmes.

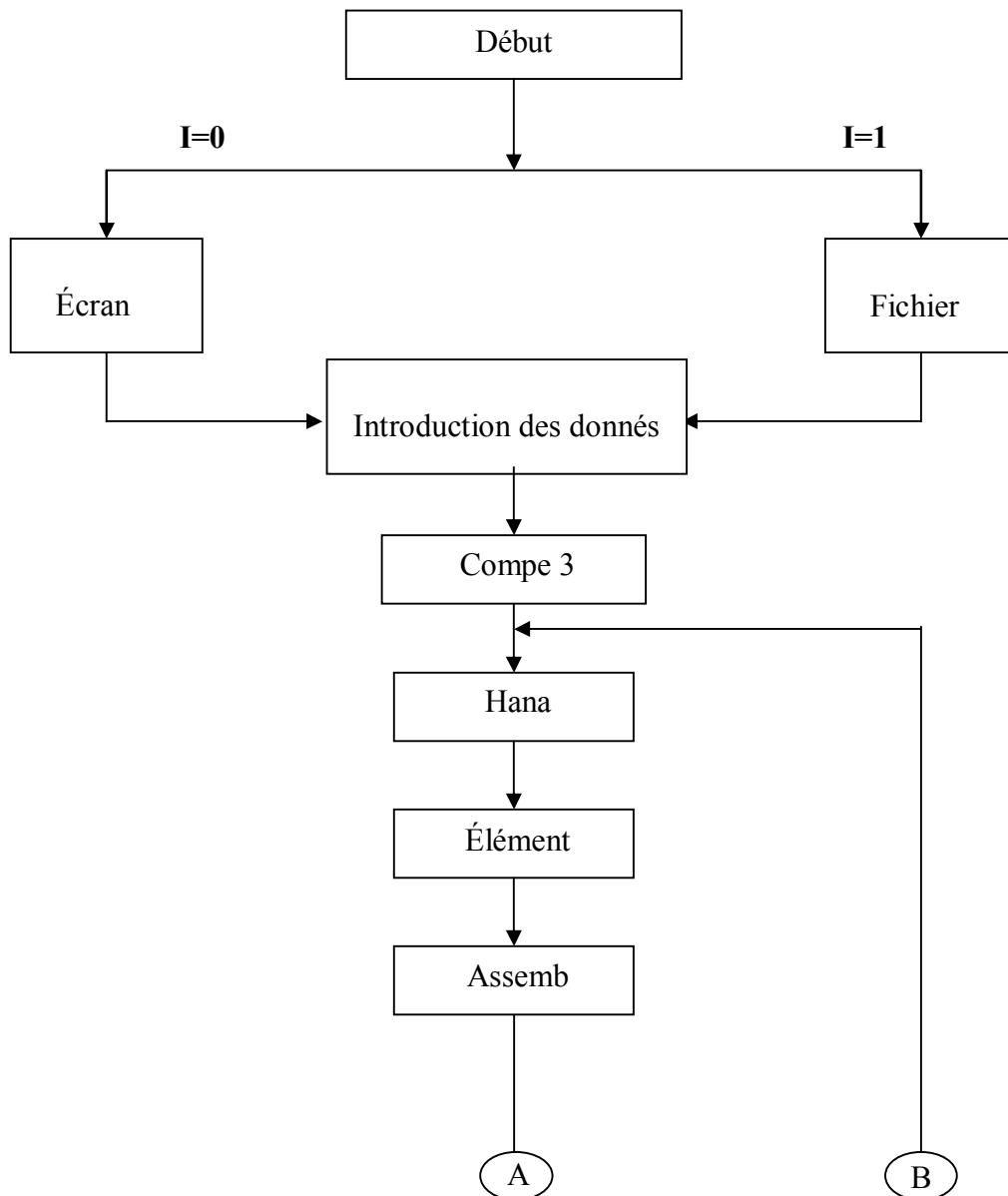
Le premier est un programme écrit en langage Fortran qui détermine les matrices de rigidité et géométrique globales.

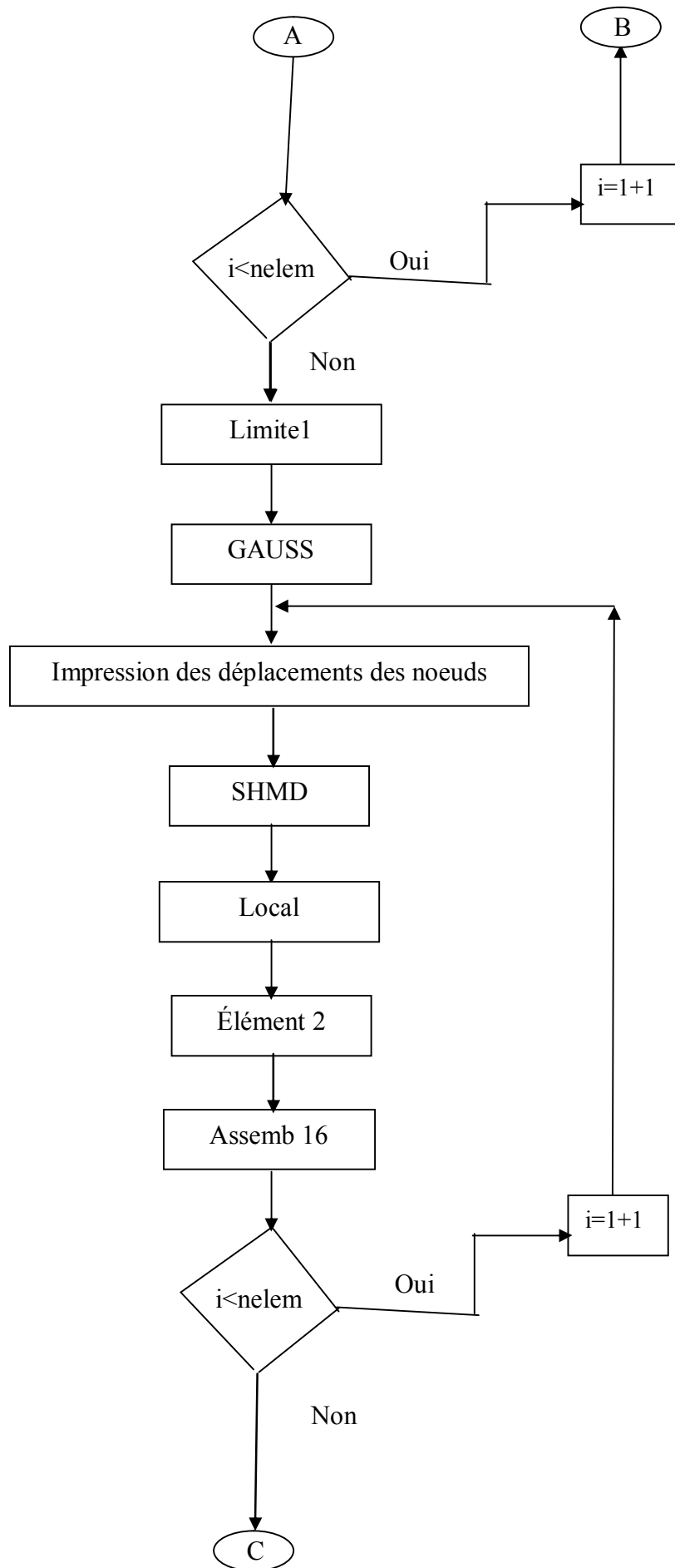
Le deuxième est un programme écrit en Matlab pour la résolution de l'équation (19).

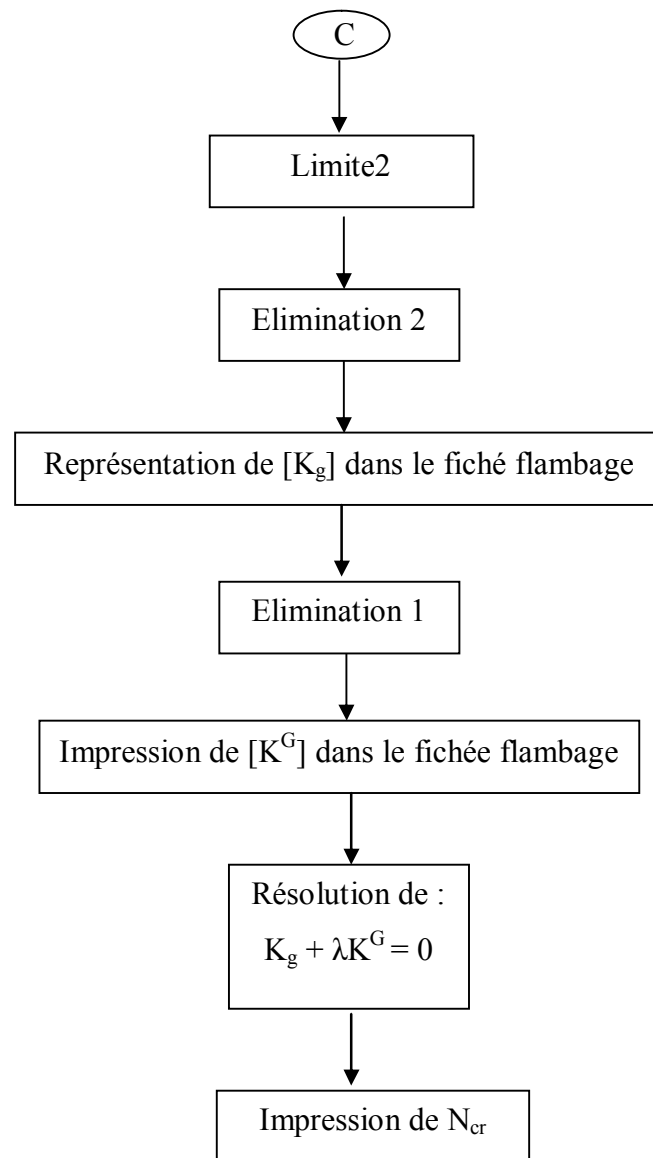
On montre sur le tableau [IV.1] les fonctions des différentes sous-routines constituent le programme en fortran.

### IV.5.1 Organigramme :

L'organigramme utilisé pour l'élaboration du programme est le suivant :







Subroutine	Fonction
Comp 3	Calcul des matrices A, B et D
HANA	Constriction du tableau de localisation
Elément	Constriction de la matrice de rigidité élémentaire
Assemb	Assemblage des matrices : $[K]^e$ , $[K^G]$
SHMD	Calcul des efforts $N_x$ , $N_y$ et $N_{xy}$ dans les éléments
Gauss	Calcul des déplacements
Local	localisation
Limite	Condition aux limites
Elimination2	Elimination des lignes zéro
Elimination1	Elimination des colonnes zéro
Exemple 1	Résolution de l'équation $K_g + \lambda K^G = 0$

Tableau IV.1 Tableau des sousroutines

### IV.5.2 Test de précision :

A fin de tester la précision de résultats obtenus pour l'élément utilisé, on procède à un comparaison avec l'équations analytiques de Timochenko [15] et celle de Withny [16]. On va calculer les charges critiques pour deux types des plaques en matériaux composites. Le premier cas c'est l'application de la formule de Timoshenko pour une plaque de type isotrope, le deuxième cas c'est l'application de la formule de Withny pour une plaque de type orthotrope.

#### 1- Plaque isotrope

Le cas d'une plaque isotrope de forme carré de coté  $b=20$  et un épaisseur  $t=2\text{mm}$  avec un module de Young  $E=2 \times 10^7$  et  $G = 8 \times 10^6$  avec  $\nu=0,3$ . on obtient les résultats suivants :

$$N_{cr} = (K \pi^2 E t) / (12 b^2 (1-\nu^2)) \quad \text{avec } K=4 \quad [15]$$

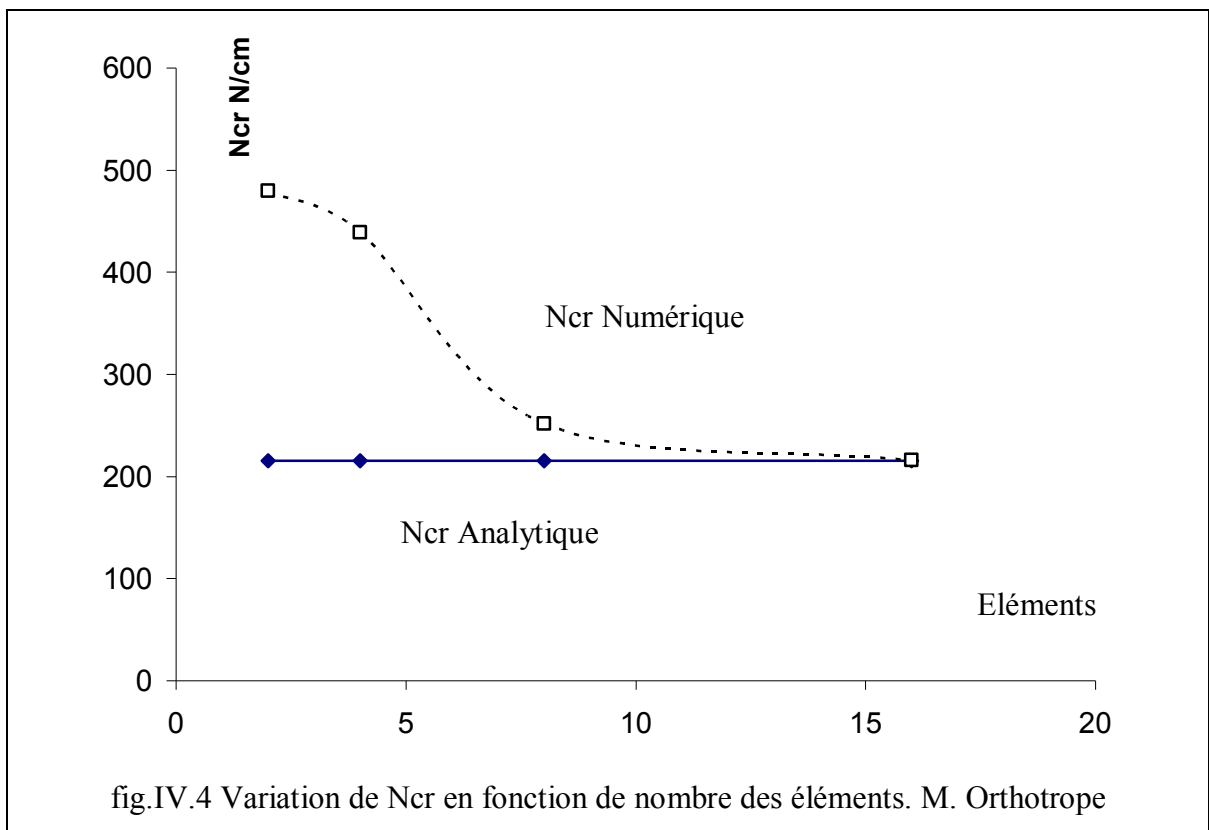
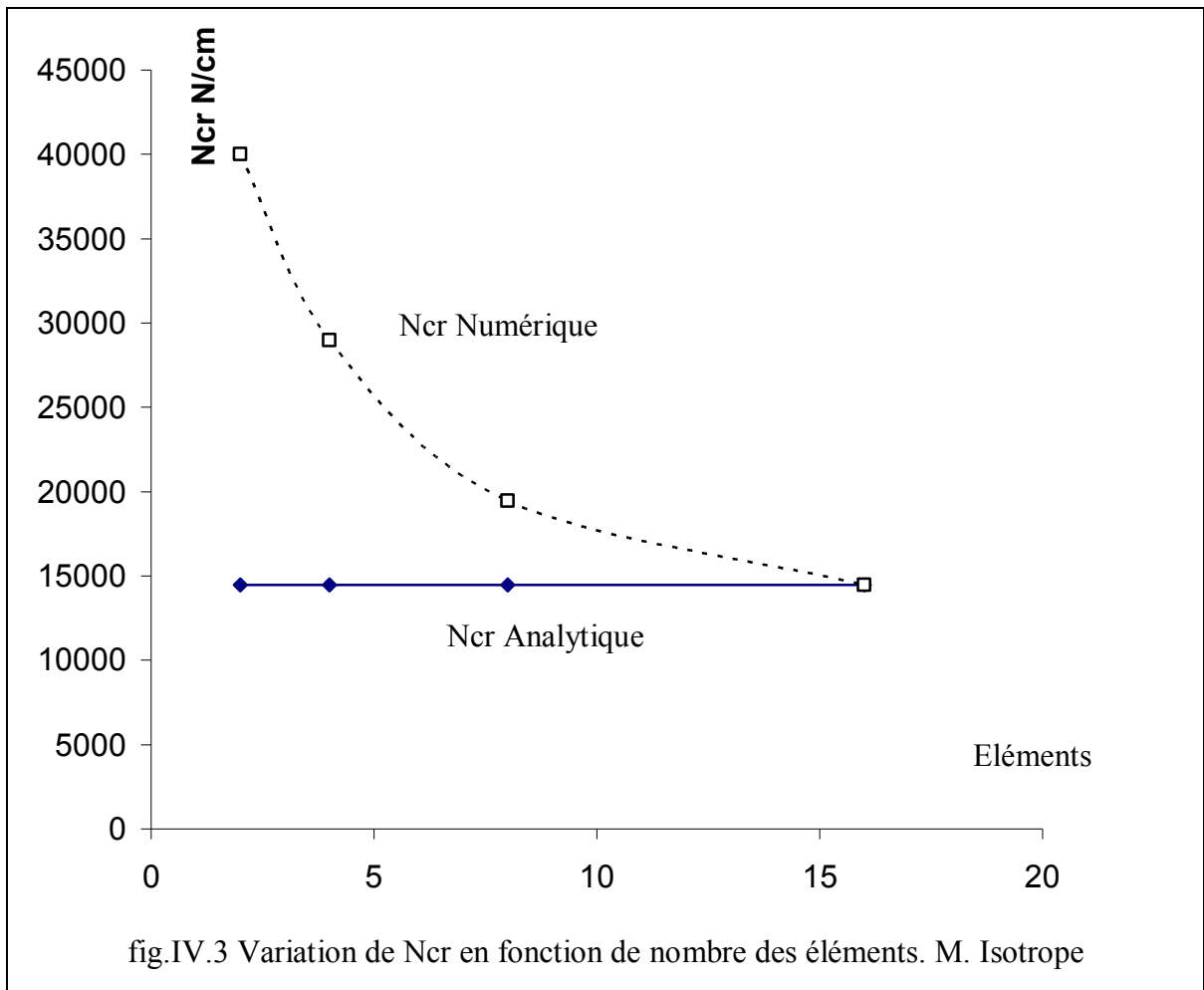
	2 éléments	4 éléments	8 éléments	16 éléments	Timochenko
$N_{cr}$	39997.449	28974.564	19464.2156	1.4460558+6	14460,9588294

#### 2- Plaque orthotrope

Le cas d'une plaque orthotrope d'une forme carré de coté  $a = b = 20$ , cette plaque est composée de six couches de même épaisseur et des angles de stratification comme suite 90,-90, 0, 0,-90,90 et module de Young  $E1=123.0E+05$ ,  $E2= 8.2E+05$  et  $G = 4.1E+05$  avec  $\nu=0,25$  et un épaisseur  $t=0.175\text{mm}$  pour chaque couche. On obtient les résultats suivants :

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D_{22}}{b^2} \left[ m^2 \frac{D_{11}}{D_{22}} \left( \frac{b}{a} \right) + 2 \frac{D_{12} + D_{66}}{D_{22}} + \frac{1}{m^2} \left( \frac{a}{b} \right)^2 \right] \quad [16]$$

	2 éléments	4 éléments	8 éléments	16 éléments	Withny
$N_{cr}$	4.79974e+2	4.3874564e+2	3.94642156e+2	2.1598015e+2	215,704645507



Les deux figure (fig.IV.3 et fig.IV.4) représentent la variation de la charge critique  $N_{cr}$  en fonction de nombre des éléments pour deux types de matériaux composites .Les résultats obtenus et qui sont représentés sous forme de courbe montre que les résultats analytique et numériques sont très proche l'une à l'autre et quand le nombre des éléments augmente les deux valeurs se rapprochent de plus en plus .D'après ces résultats en peut dire que l'élément donne des résultats acceptables.