

4-1) Analyse des plaques par modélisation numérique:

4-1-1) Introduction:

Dans ce chapitre on applique la théorie exposée dans les chapitres précédents pour analyser comparativement les plaques isotropes sous différentes sollicitations.

Deux types de programmes de calcul par la méthode des éléments finis sont considérés.

La première programmation se base sur le programme de **fortran** qui est utilisée pour résoudre des problèmes en régime permanent pour les plaques isotrope soumise à des charges concentrées. La résolution numérique dans ce programme est basée sur la méthode des éléments finis.

La deuxième programmation consiste à l'utilisation de deux logiciels numériques l'ANSYS et le SAP 2000 qui est considérés comme des logiciels de calcul par éléments finis très puissants pour résoudre les problèmes statiques et dynamiques des différentes structures [37] sous l'effet de différentes excitations [22].

4-2) Logiciel Sap2000 :

4-2-1) Description :

SAP2000 est un logiciel de calcul et de conception des structures d'ingénierie particulièrement adapté aux bâtiments et ouvrage de génie civil. Il permet en un même environnement la saisie graphique des ouvrages de BTP avec une bibliothèque d'élément autorisant l'approche du comportement de ce type de structure. Il offre de nombreuses possibilités d'analyse des effets statiques et dynamiques avec des compléments de conception et de vérification des structures en béton armé, charpente métallique [21]. Le post-processeur graphique disponible facilite considérablement l'interprétation et l'exploitation des résultats et la mise en forme des notes de calcul et des rapports explicatifs.

Le logiciel permet d'effectuer les étapes de modélisation (définition de la géométrie, conditions aux limites, chargements de la structure, etc.) de façon totalement graphique, numérique ou combinées, en utilisant les innombrables outils disponibles.

En effet, une structure peut être composée en sous schémas (portiques, treillis, dalle, voile) chacun défini dans sa base graphique correspondante, ensuite assemblée en schéma final de calcul, pendant que la compatibilité des connections s'effectue automatiquement.

Par ailleurs, les éléments finis, associés à une des bases graphiques de génération de schéma (base de treillis, de portique, de trame de poutre, de dalle, de voile, de coque, etc.), sont directement paramétrés.

4-2-2) Modélisation par SAP2000 :

Est un progiciel à partir de Computers et Structures, pour l'analyse structurale et des signes. Chaque paquet est un système entièrement intégré pour la modélisation, l'analyse, concevoir, et les structures de linéarisation d'un détail type :

SAP2000 pour général structure [21], y compris des ponts, des stades, tours, ensembles industriels, structures en mer, systèmes sifflants, bâtiments, barrages, sols, machine pièces et beaucoup d'autres.

Au cœur de chacun de ces progiciels est un moteur commun d'analyse, désigné par dehors ce manuel sous le nom de **SAP2000**. Ce moteur est le plus tardif et la plupart des versions puissantes de la série bien connue de **SAP2000** de programmes d'analyse structurale.

Le but de ce manuel est de scribe les dispositifs du moteur de l'analyse **SAP2000**. Par dehors ce manuel le moteur d'analyse désigné sous le nom de **SAP2000**. Non tous les dispositifs de tracés réellement soient disponibles dans chaque niveau de chaque programme.

4-2-3) L'étape utilisée dans le logiciel sap2000 :

- **Choix de l'unité et Création de notre structure :**

Importation d'un modèle à partir de la bibliothèque de **SAP2000**, le menu **FILE/NEW MODEL**, la boîte suivante s'affiche.

Cette étape permet de choisir un modèle quelconque.

Après un clique sur le type du modèle Grid Only, la boîte de dialogue suivante s'affiche :

Coordinate System Name : nom du système.

Number of grid lines : permet de spécifier le nombre des grilles suivant les trois directions

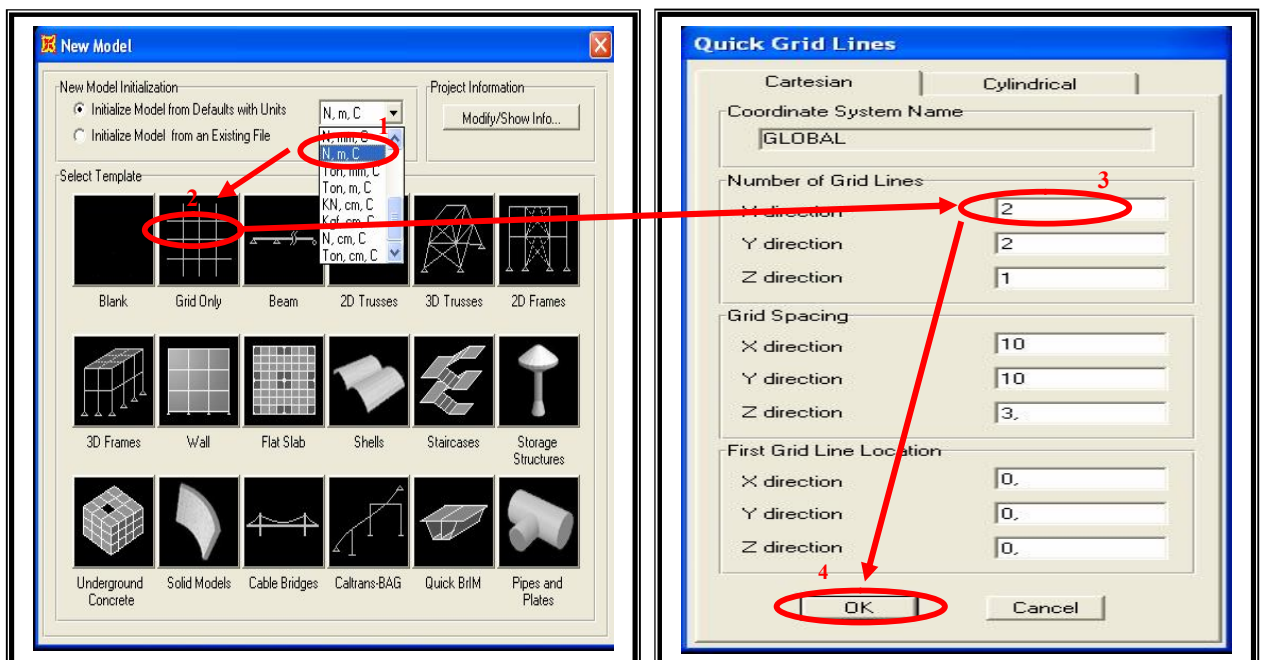
Grid Spacing : espacement des grilles suivant les axes globaux

Dans notre cas le nombre des grilles suivant les trois directions est comme suit :

Direction X : 2.

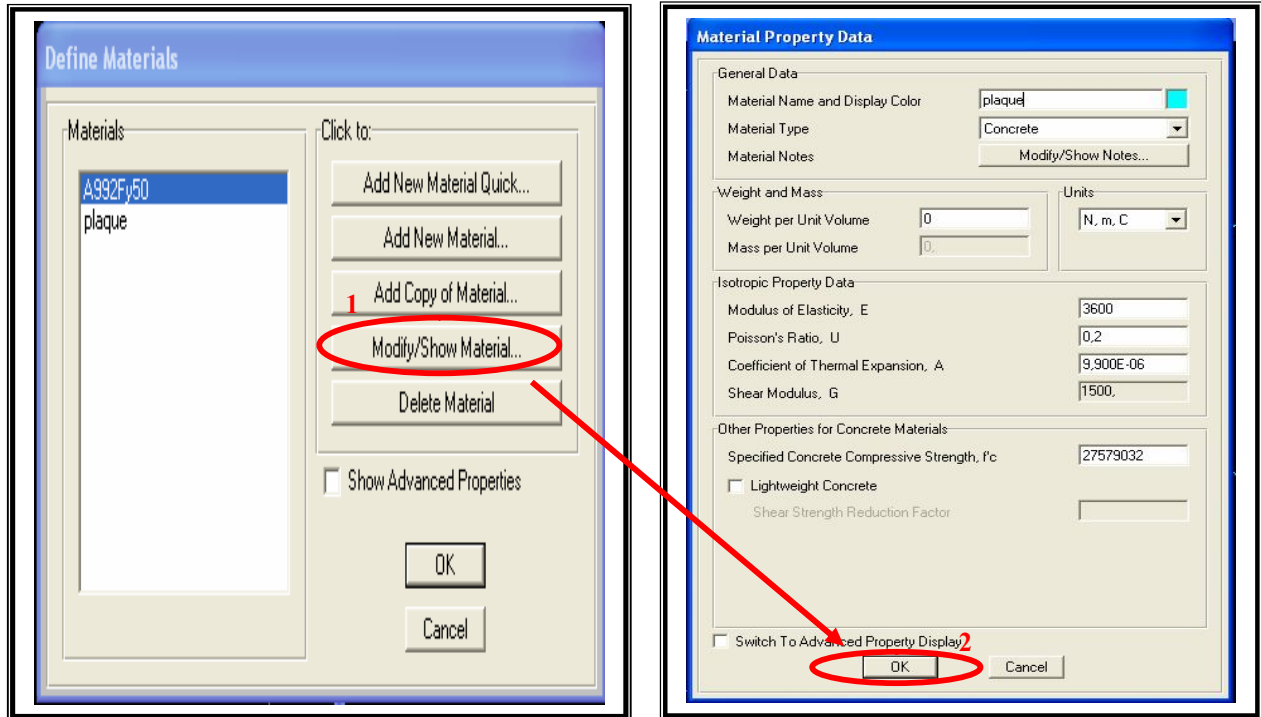
Direction Y : 2.

Direction Z : 1.



- **Define > Materials > Modify / Show Material...>Ok.**

Cette instruction permet de introduire les propriétés mécaniques et élastiques du matériau des éléments de la structure à modéliser.



Weight per unit volume : **Poids volumique**

Mass per unit volume : **Masse volumique**

Modulus of elasticity : **Module d'élasticité**

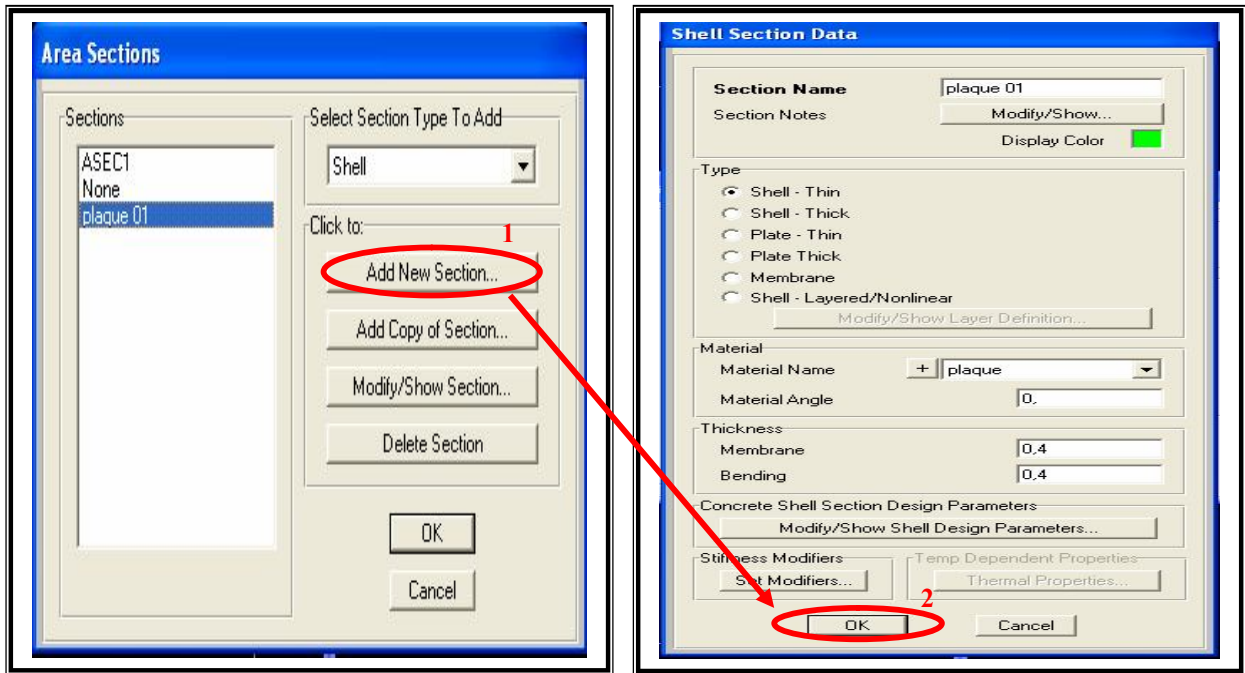
Poisson's ratio : **coefficient de Poisson**

Coeff of thermal expansion: Gradient thermique.

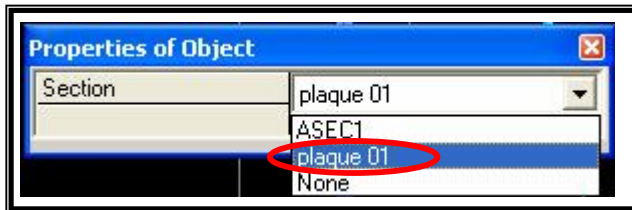
- **Define > Section Propeties > Area Sections > Add New Section...>Ok**

Afficher la boîte de dialogue, Cette option permet de déclarer le type de plaque, pour notre cas:

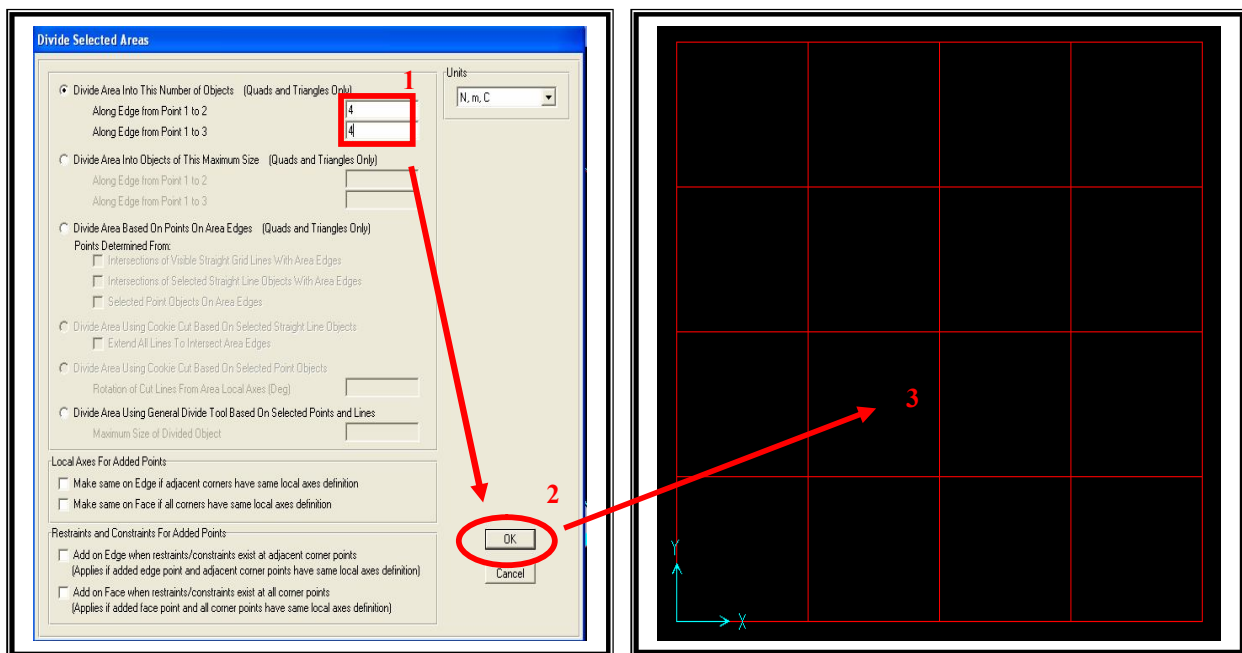
On utilise une plaque avec un épaisseur de 0.4 m.



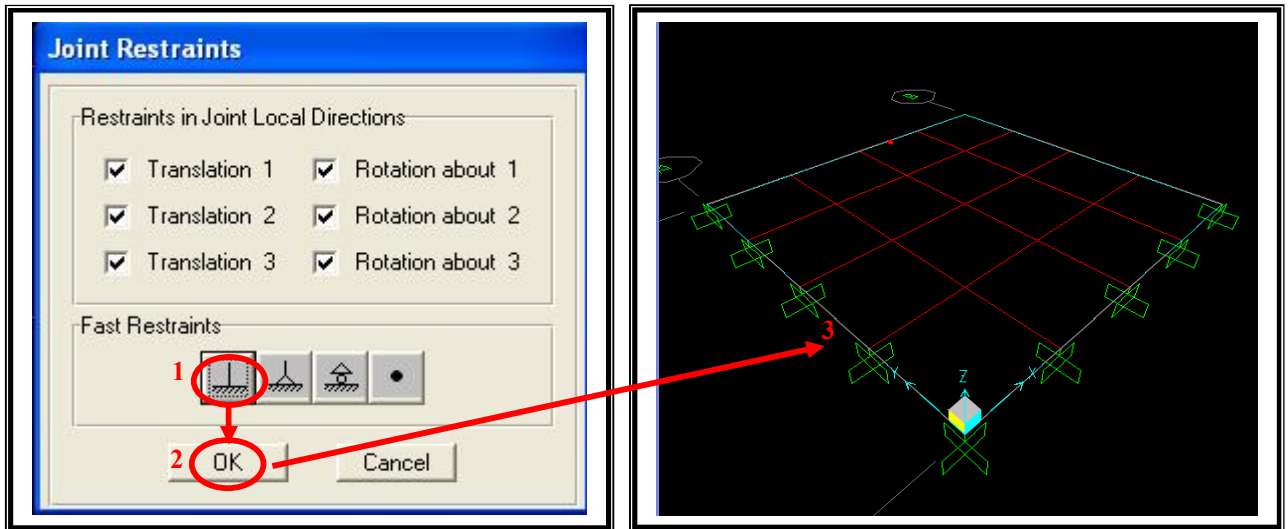
- Quick Draw Area Object



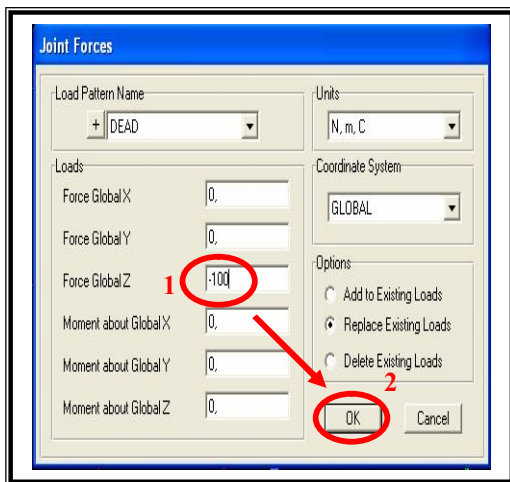
- Edit > Edit Areas > Divide Areas...> Ok



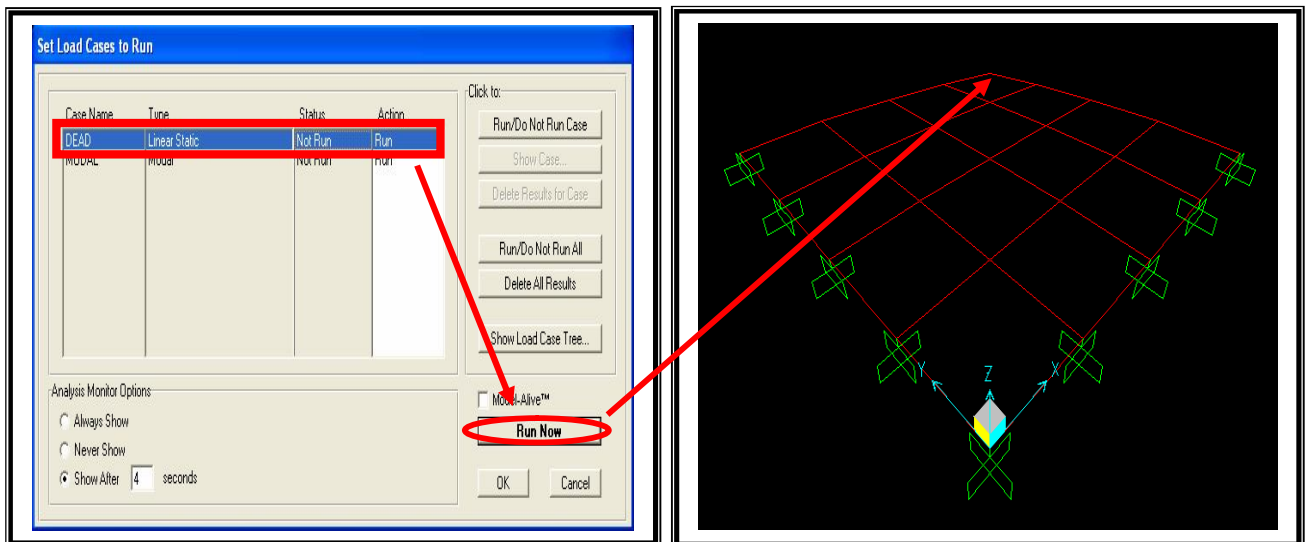
- Assign > Joint > Restrainte...> Ok



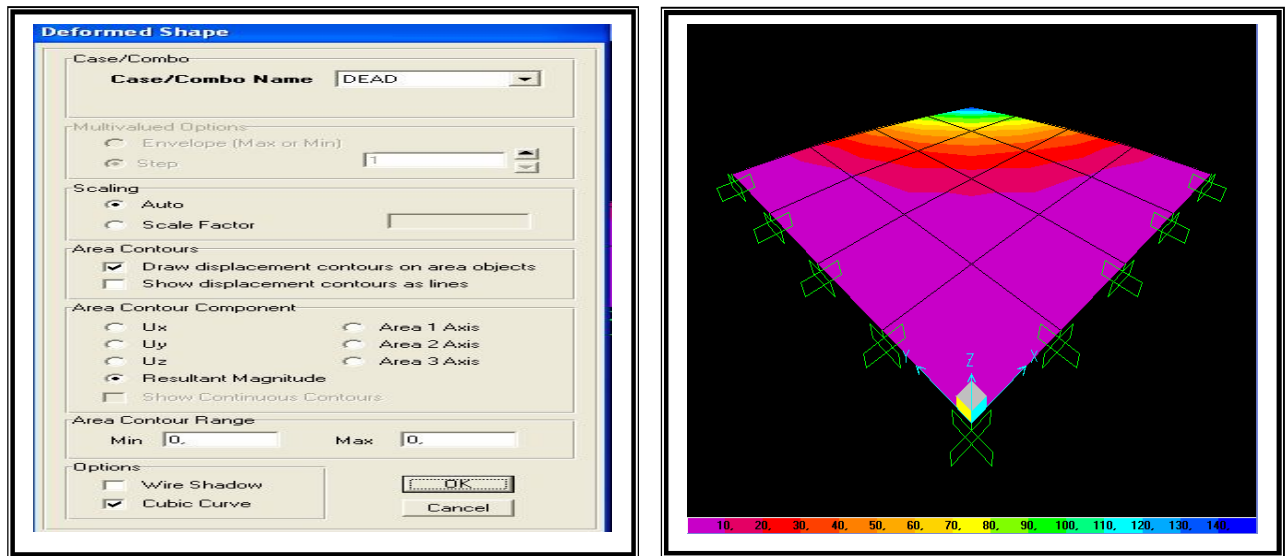
- Assign > Joint Loads > Forces...> Ok



- Analyze > Run Analysis



- **Display > Show Deformed Shape > Ok.**



4-3) Logiciel ANSYS :

4-3-1). Modélisation par ANSYS:

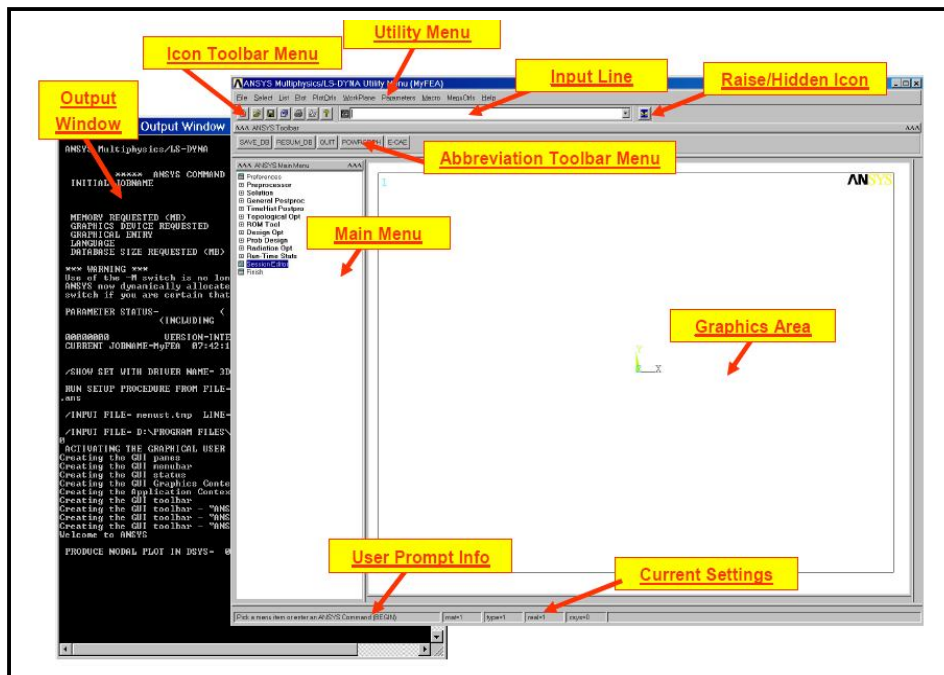
ANSYS, est l'un des plus grands développeurs et fournisseur de logiciels de simulation numérique au monde. Ses produits majeurs sont des logiciels qui mettent en œuvre la méthode des éléments finis [20], afin de résoudre des modèles discrétisés.

Ce produit permet d'effectuer des simulations mécaniques. Ses principales capacités sont :

- (1) l'analyse statique.
- (2) l'analyse modale
- (3) l'analyse harmonique (réponse forcée)
- (4) l'analyse temporelle ou transitoire
- (5) la gestion de différentes situations non linéaires (contacts, plasticité des matériaux, grands déplacements ou grandes déformations)
- (6) la simulation en matière de mécanique des fluides
- (7) permet de résoudre des modélisations mettant en jeu des phénomènes électromagnétiques.

4-3-2) L'étape utilisée dans le logiciel Ansys :

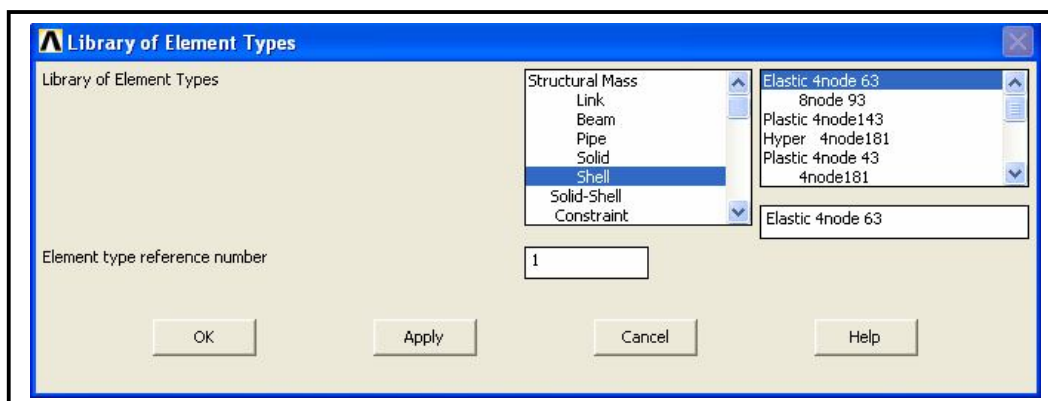
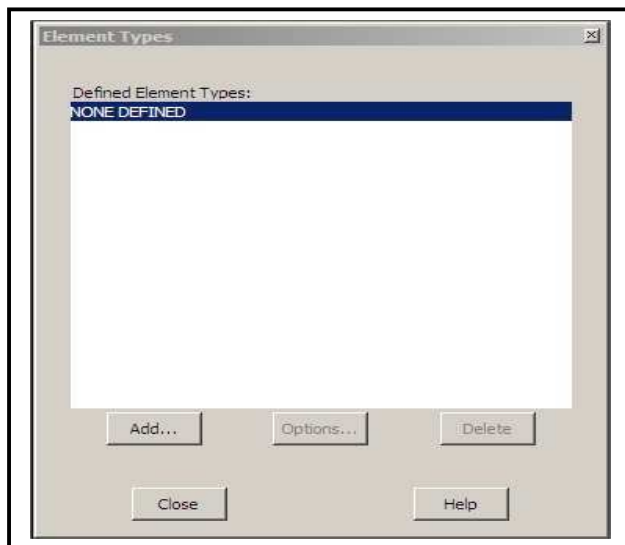
Nous donnons un exemple typique d'une plaque de forme carrée par un programme d'Ansys.



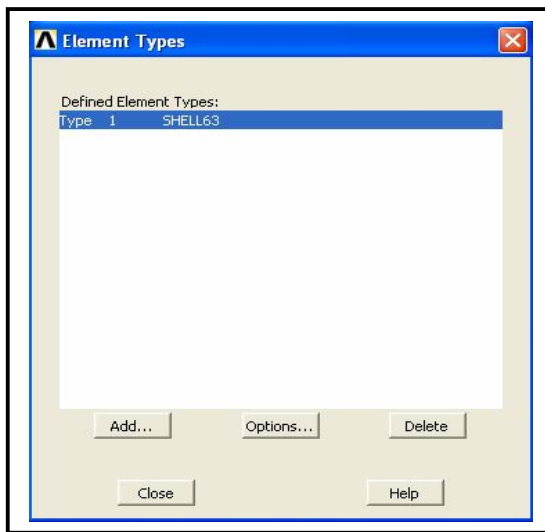
• **Define Element Type:**

Main Menu>Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete

_ This brings up the 'Element Types' window. Click on the Add... button



Vous devriez voir type1 « **SHELL63** » dans les types d'éléments fenêtre comme suit

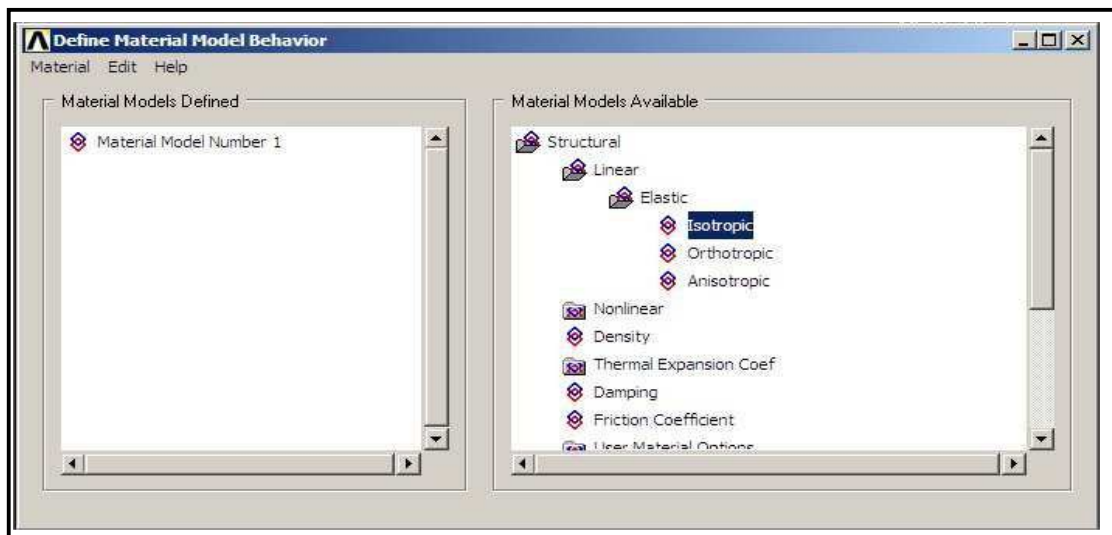


- **Define Material Properties:**

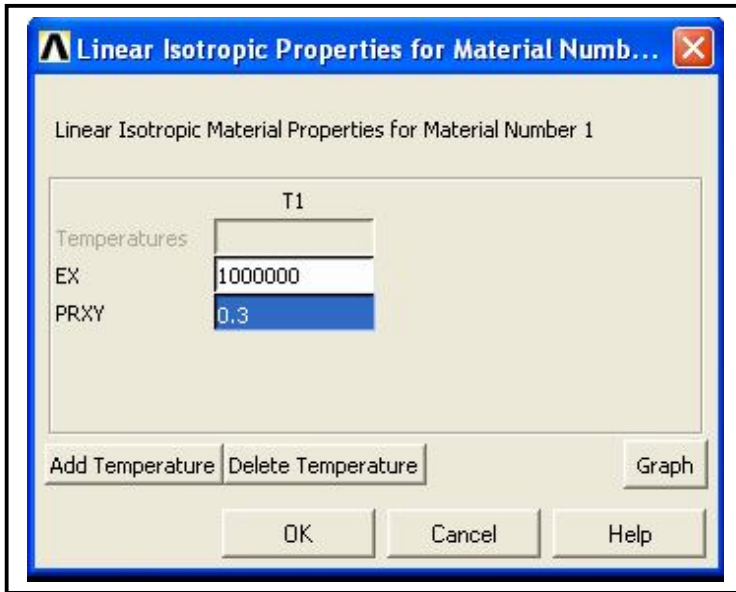
Main Menu>Preprocessor>Material Props>Material Models.

Dans la partie droite de la fenêtre de définir le comportement modèle de matériau qui s'ouvre, double.

Cliquez sur structurels, puis « **linear** » alors « **élastique** », puis finalement « **isotrope** ».

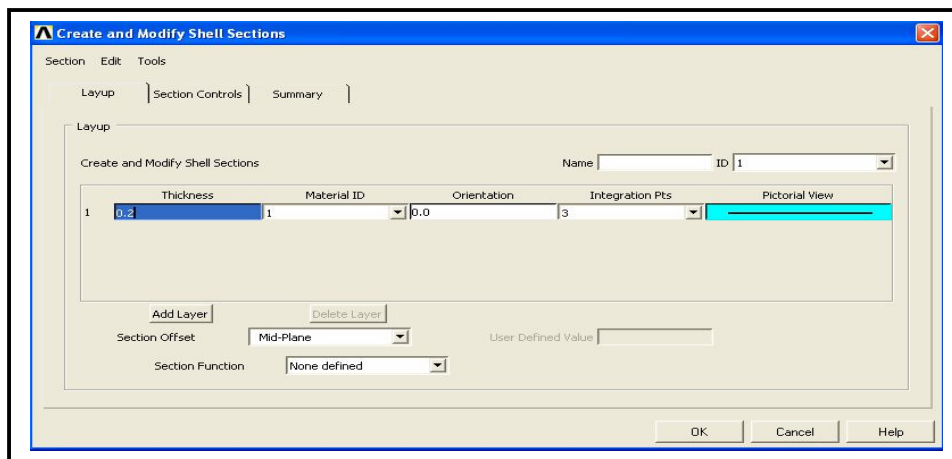


La fenêtre suivante s'affiche. Entrez des valeurs pour le module de Young « **EX = 10E+6** » et coefficient de Poisson « **PRXY = 0,3** » du matériau de la plaque



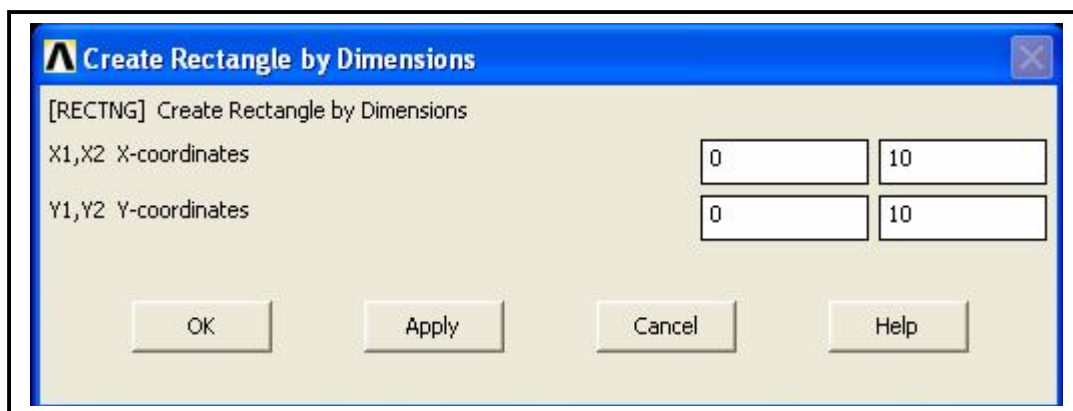
Define section:

Main Menu>Preprocessor>sections>shell>Lay-up>Add/Edit



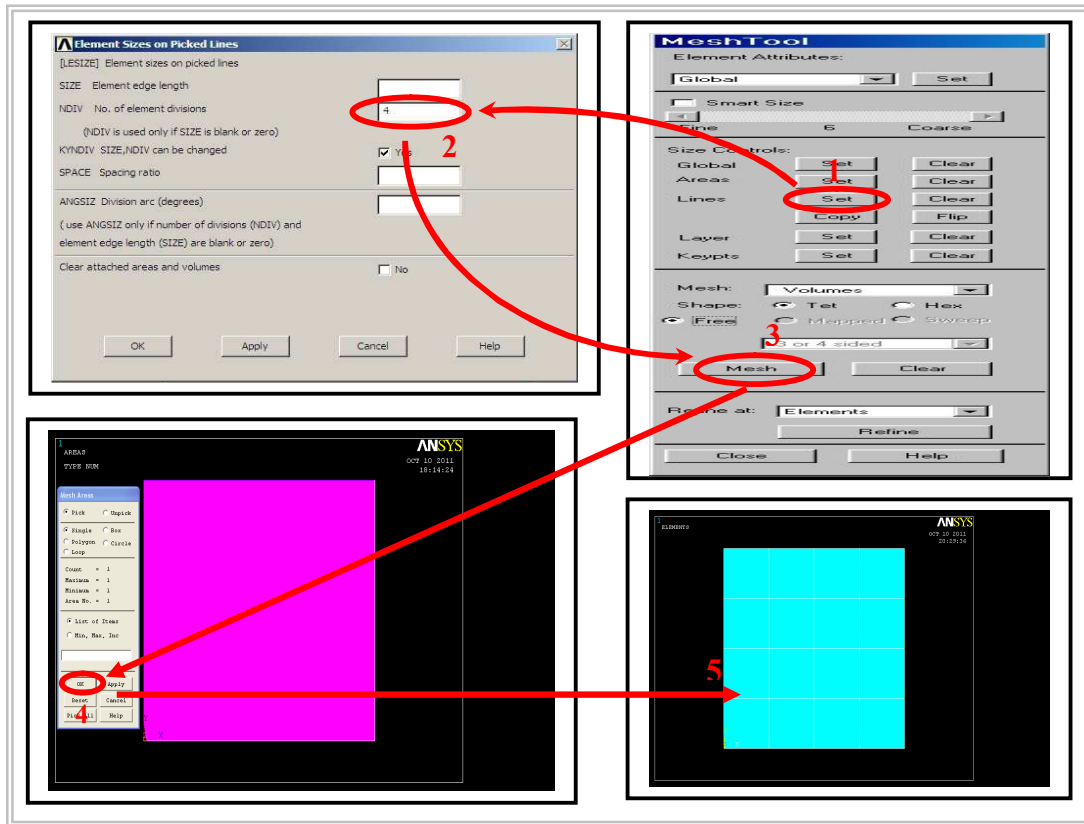
- **Define Areas:**

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create >Areas >Rectangle>By Dimensions



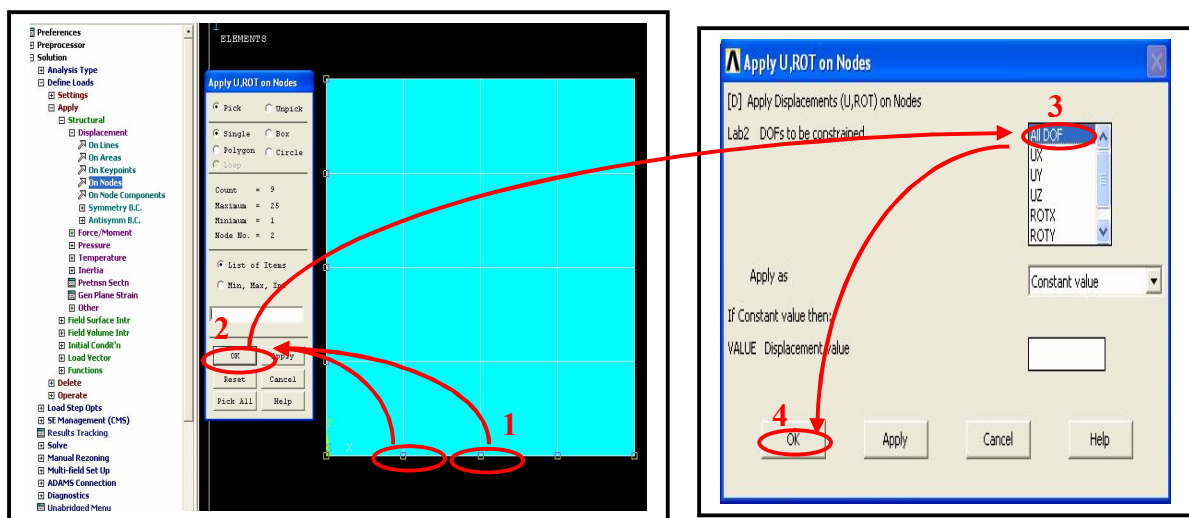
- **Define Mesh :**

Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool.



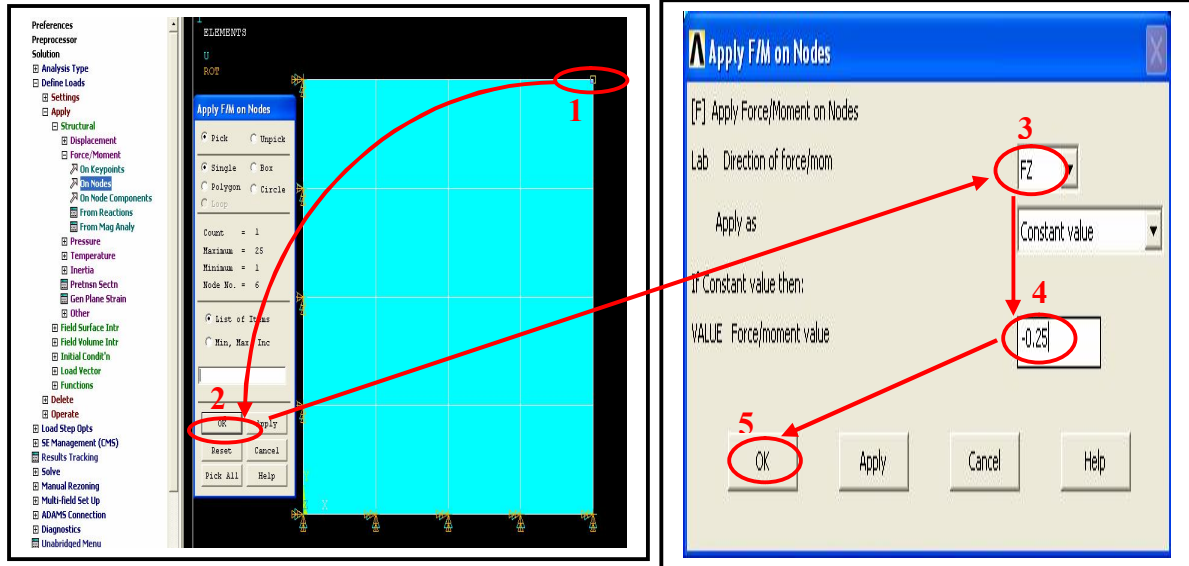
- **Define Displacement:**

Main Menu > Solution > Define loads > Apply > structural > Displacement > On Nodes > Ok.

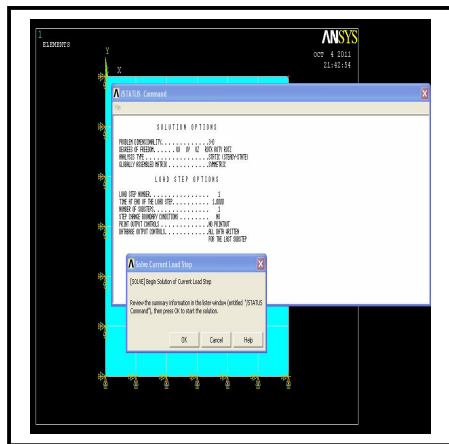


- **Define force :**

Main Menu > Solution > Define loads > Apply > structural > force/moment> On Nodes >Ok

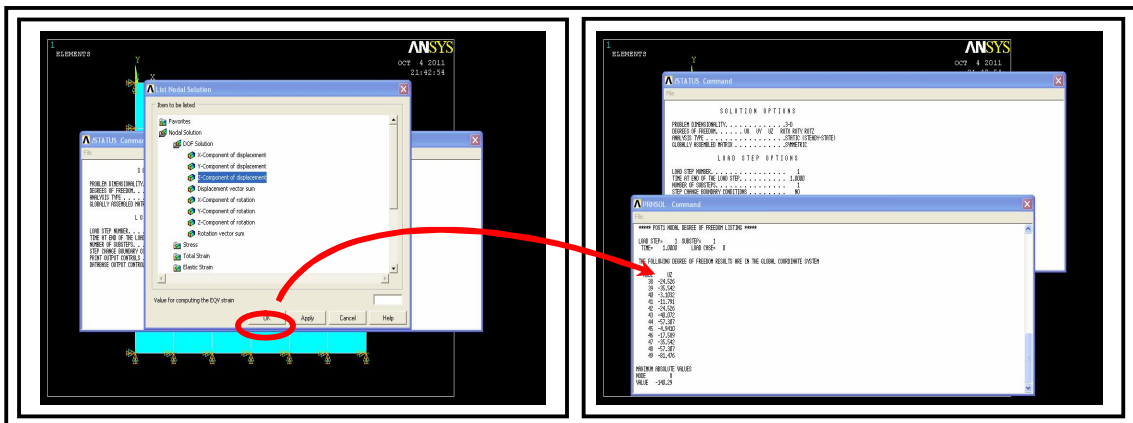


Main Menu > Solution > Solve > Current LS.



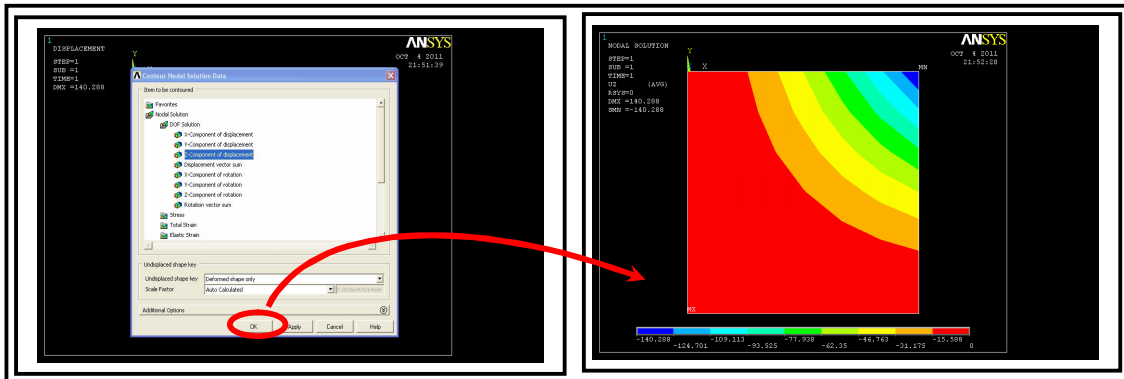
- **Define Results:**

Main Menu > General postproc > List Results > Nodal solution > DOF Solution.



- **Define Results:**

Main Menu > General postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solution>OK.



4-4) Programme FORTRAN :

4-4-1) Histoire:

Le premier document faisant référence au langage **FORTRAN** date du 10 novembre 1954. **FORTRAN** vient, en fait, de The **IBM** Mathematical Formula Translation System. Il a été initialement conçu pour simplifier la programmation de calculs numériques sur les plateformes **IBM 704**.

La première version du **FORTRAN** n'est apparue qu'au début de l'année 1957 et même si les programmes obtenus à partir de code **FORTRAN** étaient plus lents que ceux obtenus à partir de codes en langage machine, le **FORTRAN** s'est imposé auprès de la communauté scientifique : il était bien plus simple à écrire. Très rapidement, il a été possible de réutiliser des codes **FORTRAN** sur d'autres plateformes que celles d'**IBM**.

Au début des années soixante, est apparue une myriade de compilateurs **FORTRAN** qui n'obéissaient pas exactement aux mêmes conventions de syntaxe. En 1966, il y eut une première tentative de normalisation du langage (travaux du Working Group X3.4.3 de l'American Standards Association) mais le groupe de travail n'a pas réussi à s'entendre sur un standard unique. C'est ainsi que sont nées deux normalisations distinctes : **FORTRAN** et Basic **FORTRAN**. En 1978, le même groupe de travail s'est de nouveau réuni et les spécifications du **FORTRAN 77** furent adoptées.

Depuis, le langage a encore évolué, deux autres standards sont nés, **FORTRAN 90** et **FORTRAN 95**, mais cela est une autre histoire. . .

4-4-2) Conventions de base:

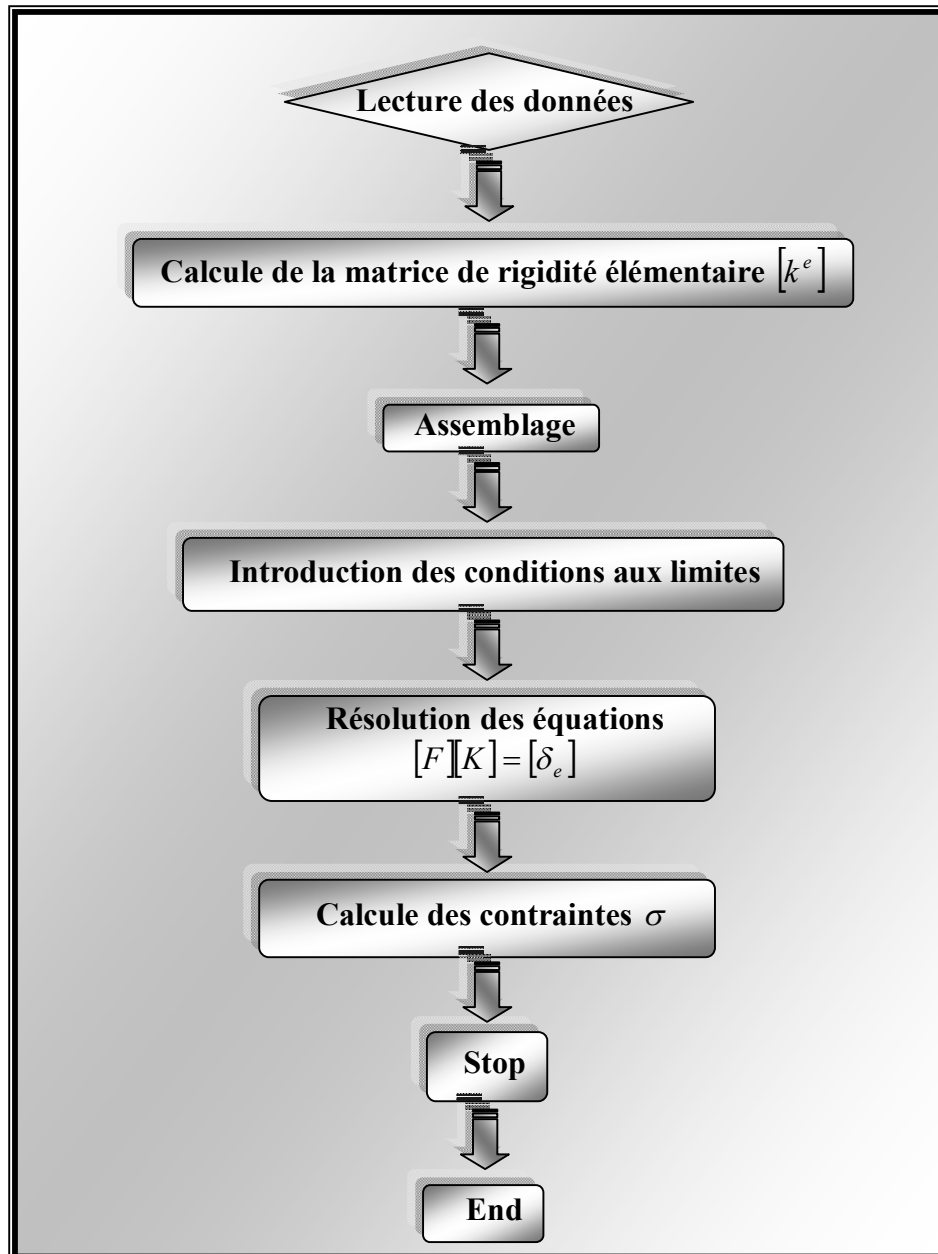
Comme tout langage, le **FORTRAN** utilise des règles pour fonctionner. Tout d'abord, nous verrons les règles de typage des données ainsi que des structures essentielles à l'implémentation d'algorithmes. Ensuite, nous verrons les conventions d'écriture d'un programme **FORTRAN** nécessaire à sa compilation et à son exécution.

4-4-3) Type de données:

Le FORTRAN possède trois types de données : numériques, alphanumériques, et logiques. Chacune d'elles doit être utilisée avec discernement.

4-4-4) Organigramme:

L'organigramme suivant résume les séquences de calcul des flèches:



*** Introduction des données :**

Le module d'entrée des données doit transmettre suffisamment d'informations aux autres modules pour qu'on puisse résoudre le problème. Les données peuvent être divisées en trois catégories.

- Les données nécessaires pour définir la géométrie de la structure et la façon dont elle est fixée dans l'espace (connections des nœuds, coordonnées des éléments, conditions aux limites).
- Les informations concernant les propriétés des matériaux qui doivent être prescrites.
- Les sollicitations auxquelles la structure est soumise.

*** Construction des matrices [K], [M] et F:**

On doit extraire les informations de chaque élément, construire les matrices et le vecteur élémentaire [K], [M] et F et enfin assembler les matrices pour tous les éléments.

*** Résolution du système d'équation [K] U = F**

Les conditions aux limites doivent être prises en compte, la matrice [K] doit être triangularisée et enfin on calcule la solution U.

*** Impression des résultats:**

On imprime les résultats après le calcul éventuel des variables additionnelles (gradients, contraintes, réactions,.... etc.).