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 soumissent 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 paramètres.

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 model à partir de la bibliothèque de *SAP2000*, le menu *FILE/NEW MODEL*, la boite suivante s'affiche.

Cette étape permet de choisir un model quelconque.

Après un clique sur le type du model Grid Only, la boite 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 permettre d'introduire les propriétés mécaniques et élastiques du matériau des éléments de la structure à modéliser.

Define Materials	Material Property Data General Data
Materials Agg2Fy50 plaque Add New Material Quick Add New Material Add Copy of Material Add Copy of Material Delete Material Click to: Add New Material Delete Material Click to: Add New Material Delete Material Click to: Cancel	General Data Material Name and Display Color plaquel Material Type Concrete Material Type Concrete Material Notes Modify/Show Notes Weight and Mass Units Weight per Unit Volume 0 Mass per Unit Volume 0 Isotropic Property Data Modulus of Elasticity, E Modulus of Elasticity, E 3600 Poisson's Ratio, U 0.2 Coefficient of Thermal Expansion, A 9.300E-06 Shear Modulus, G 11500, Other Properties for Concrete Materials Specified Concrete Compressive Strength, I'c Shear Strength Reduction Factor Shear Strength Reduction Factor Switch To Advanced Property Display2 1

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 boite de dialogue, Cette option permet de déclarer le type de plaque, pour notre cas:

Area Sections		Shell Section Data
Sections	Select Section Type To Add	Section Name plaque 01 Section Notes Modify/Show Display Color
ASEC1 None plaque 01	Shell Click to: Add New Section Add Copy of Section Modify/Show Section	Type Shell - Thin Shell - Thick Plate - Thin Plate Thick Membrane Shell - Layered/Nonlinear Modify/Show Layer Definition Material Material Angle 0.
	Delete Section	Thickness Membrane 0,4 Bending 0,4 Concrete Shell Section Design Parameters
	Cancel	Stiffless Modifiers St Modifiers DK Cancel

On utilise une plaque avec un épaisseur de 0.4 m.

• Quick Draw Area Object

Properties of Ob	ject	×
Section	plaque 01	-
jî.	ASEC1	
	C plaque 01 None	1

• Edit > Edit Areas > Divide Areas...> Ok



• Assign > Joint > Restrainte...> Ok



Assign > Joint Loads > Forces...> Ok



• Analyze > Run Analysis

0 N			4.00	Click to:	
Lase Name	Lines Chaite	Status Nex Due	Action	Run/Do Not Run Case	\sim X \times \sim
MUDAL	Linear Static	Not Hun	nun	Show Case	
			2000	Dialata Bossilia far Caso	
				Delete mesaris for Case	
				Bun/Do Not Bun áll	
				Delete All Hesults	
				Show Load Lase Tree	
nalusie Monitor O	rtions				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
	prioris			Moul-Alive**	
C N C				Run Now	
Never Show					

• 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.

Output	Dibar Menu	Jtility Menu Iv Mau (MyFEA) Pasanetes Matto MesiOtis Bels	Input Line	Raise/Hidden Icon
Window Output Window				
ONEY IN IS USED STATES OF A STATE OF A STATE OF A STATES OF A STAT	Anticipal and a second	Abbreviatio	n Toolbar Menu Gra	Dhics Area
Greating the GDT contast Greating the GDT contast Greating the GDT contast Greating the GDT contast Greating the GDT contast Final ANE/S FINAL FILST IN DEVICE FINAL FILST IN DEVICE FINAL FILST IN DEVICE	USe Pair ament dem strater and PEDS Comment R	er Prompt Info	Current Se	ttings

• Define Element Type:

Main Menu>Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete _ This brings up the 'Element Types' window. Click on the Add... button

fined Element Typ	oes:		
Add	Options	Delete	

Library of Element Types Element type reference number	Structural Mass Link Beam Pipe Solid Solid-Shell Constraint	Elastic 4node 63 8node 93 Plastic 4node143 Hyper 4node181 Plastic 4node 43 4node181 Elastic 4node 63
OK Apply	Cancel	Help

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

-	SHELL63		

• 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** ».

Material Models Defined		– Material Models Available –	
Material Model Number 1		Structural Linear Elastic Orthotropic Anisotropic	-
	<u>.</u>	Density Density Thermal Expansion Coef Damping Friction Coefficient Density Liser Material Ontions	_

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

	T1	
Temperatur	es	
EX	1000000	
PRXY	0.3	

Define section:

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

Layup							
Create	and Modify Shell Sections			Name		1	<u> </u>
	Thickness	Material ID	Orientation	Integration	Pts	Pictorial View	
1 1	4	1	⊡ 0.0	13			
			1				
	Add Layer	Delete Layer		Defined Value			
5	Add Layer ection Offset	Delete Layer id-Plane	User	Defined Value			

• Define Areas:

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

[RECTNG] Create Rectangle by Dimension	s	
X1,X2 X-coordinates	0	10
Y1,Y2 Y-coordinates	0	10
OK Apply	Cancel	Help

• Define Mesh :

Main Menu > Preprocessor > Meshing > Mesh Tool.



• Define Displacement:

 $\label{eq:main_structural} Main Menu > Solution > Define \ loads > Apply > structural > Displacement > On Nodes > Ok.$



• Define force :

 $\label{eq:main_structural} Main Menu > Solution > Define \ loads \ > Apply > structural > force/Moment> On Nodes > Ok$



Main Menu > Solution > Solve > Current LS.

EIEMENTS	Y 007 4 2011	
	X 21:42:54	
	N 514118 Command	X
	The	
	SILUTIEN OFTIONS	
	VINELPECTORECTV	
	NUCRO PPE	
	LIND STEP OFTIONS	
	LUU DI FREMA THE H ON IF THE LUN THP	
	STEP INNE HUNDRY CONTIDUE NI	
	AL INFRACE OF YELLOWING,	
	Solve Carrent Load Step	
	[SOUE] Begin Solution of Current Load Step	
	Pawiew the summary information in the lister window (jettilled ')51470.5	
	Command [®]), then press OK to start the solution.	
	OK Carcel Heb	

• Define Results:

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

1 SLEMENTS Y		OCT 4 2011	1 ELEMEN73 	COT 4 2011
A CONTRACT OF A	A transformation A transforma		International Internatinternal International	
*	Vale for computing the EX of the	rot Pré	a 1100 a 1100 b 1100 c 1100	

• 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 eu 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.

<u>4-4-4) Organigramme:</u>

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 divisé 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 aux quelles 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 Triangula- risée 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.).