



الهيئة الوطنية للمراقبة التقنية للبناء بالشلف

C.T.C CHLEF

EPE SPA au Capital de 70.000.000 DA

# SAP2000 V 7.12

## ETUDE D'UN BATIMENT EN R+4

PRESENTE PAR KADARI HADJ AHMED

INGENIEUR DE CONTRÔLE AU CTC  
CHLEF

AGENCE DE TIARET

## 1) DONNEES :

### 1-1) Indications générales :

- Site: la wilaya de Tiaret (zone 1).
- USAGE : habitation (groupe 2).
- CONTREVENTEMENT : mixte (poteaux et voiles).

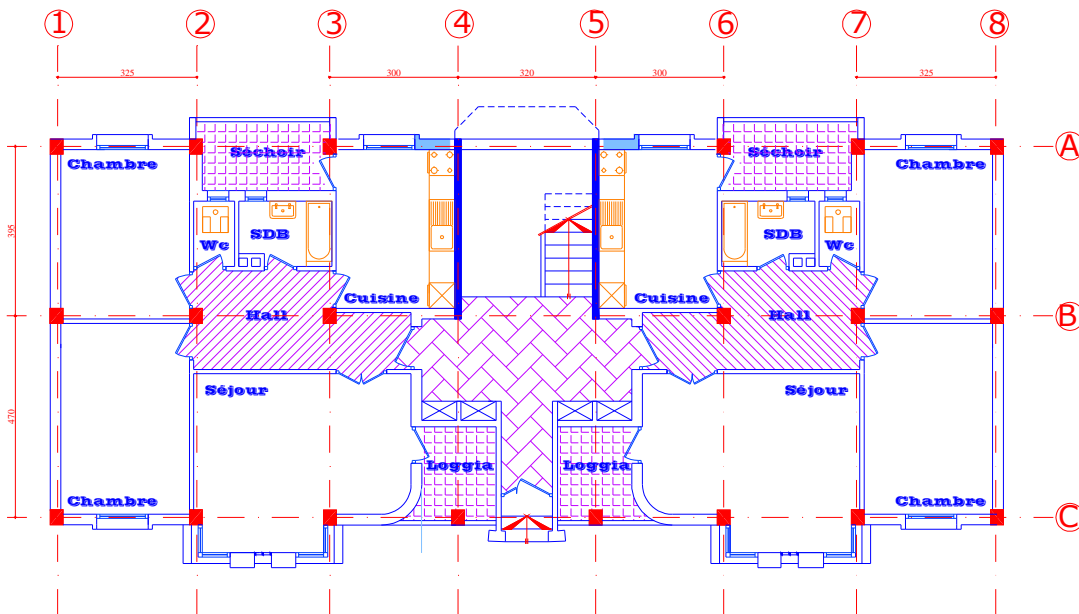
### 1-2) Les règlements et logiciel utilisés :

- CBA 93.
- RPA 99/VERSION 2003.
- LOGICIEL SAP2000 V 7.12.

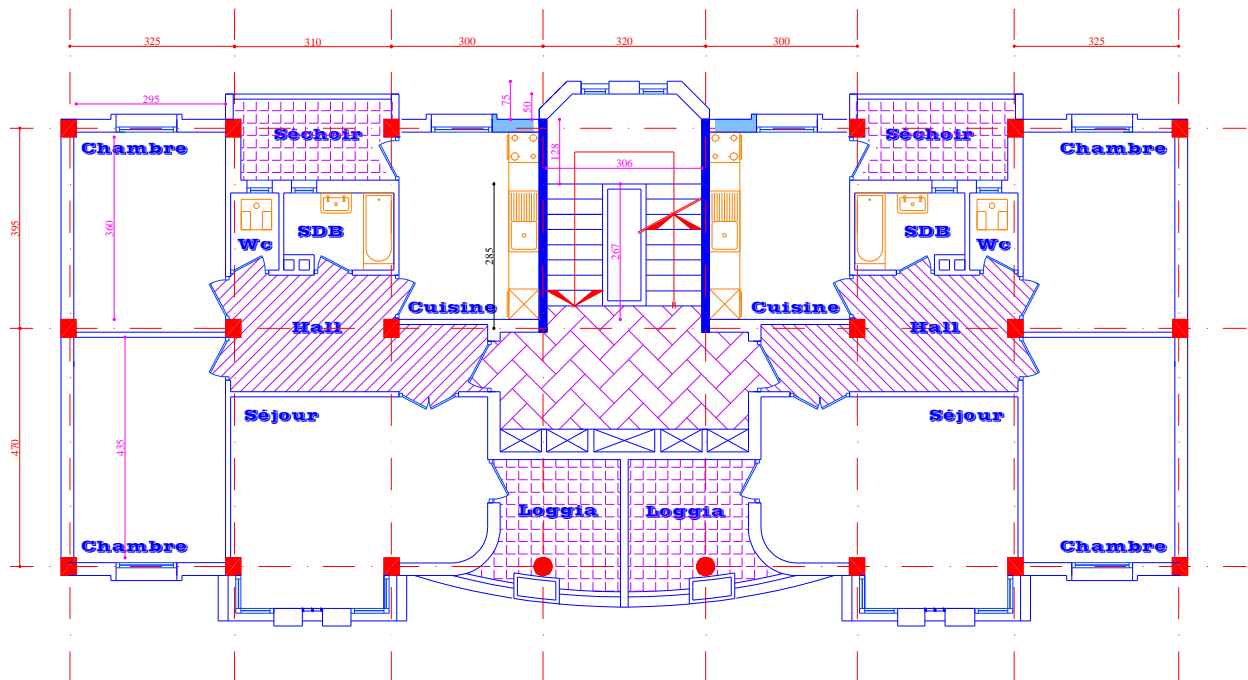
### 1-3) Les hypothèses de calcul :

- Le béton est peu contrôlé, dosé à 350 kg/m<sup>3</sup> en ciment CPJ 42.5 :
  - $f_{c28} = 22$  MPA.
  - $E_i = 30822$  MPA.
  - $\gamma_b = 1.50$  état limite.
  - $\gamma_b = 1.15$  état accidentel.
- Armatures longitudinales en acier de haute adhérence :
  - Fe E40 = 400 MPA.
- Armatures transversales en rond lisses :
  - FeE22 = 220 MPA.
  - $\gamma_s = 1.15$  état limite.
  - $\gamma_s = 1.00$  état accidentel.

## 2) PRESENTATION DE L'ARCHITECTURE:

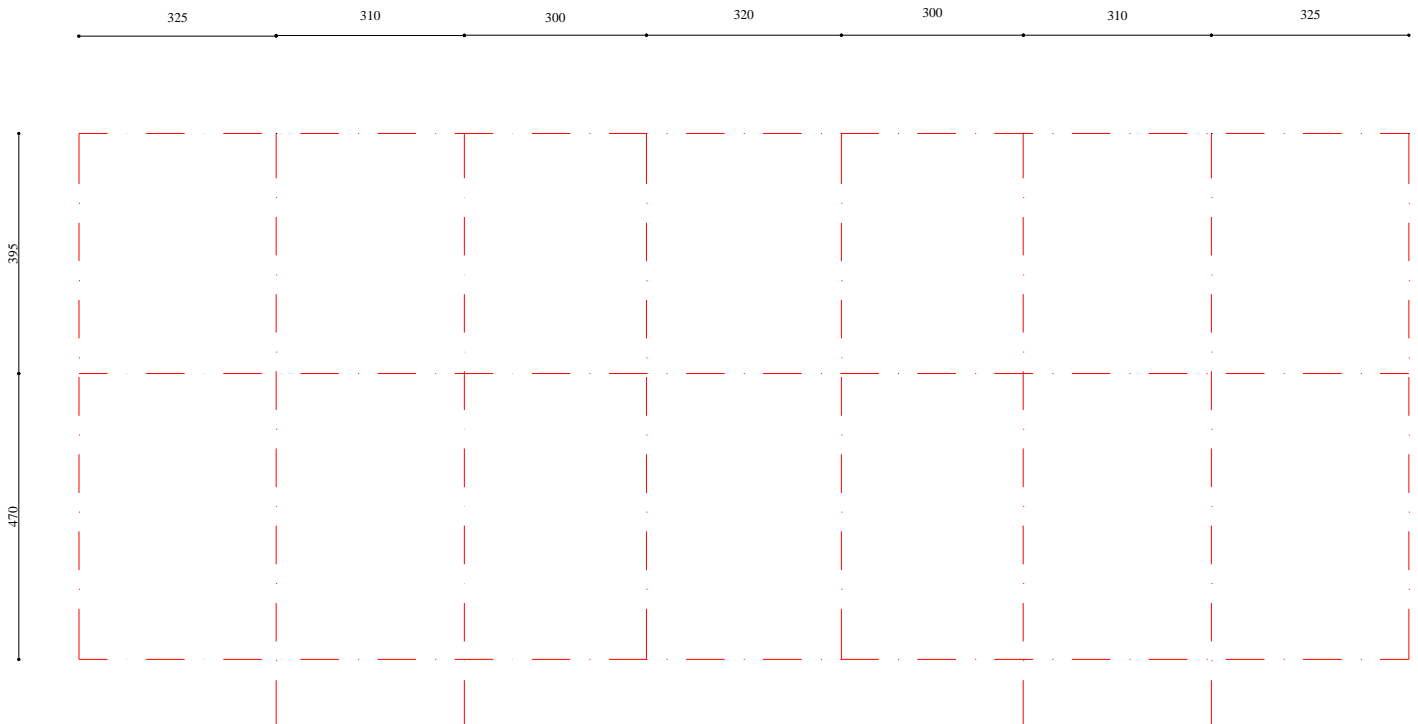


RDC



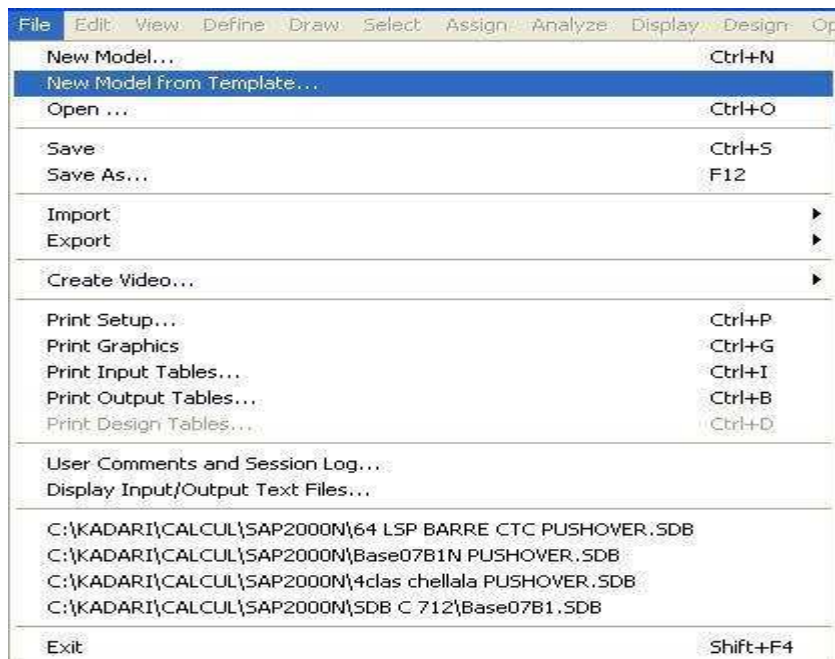
# ETAGE

## 2-1) Présentation du model géométrique plan dans le SAP2000



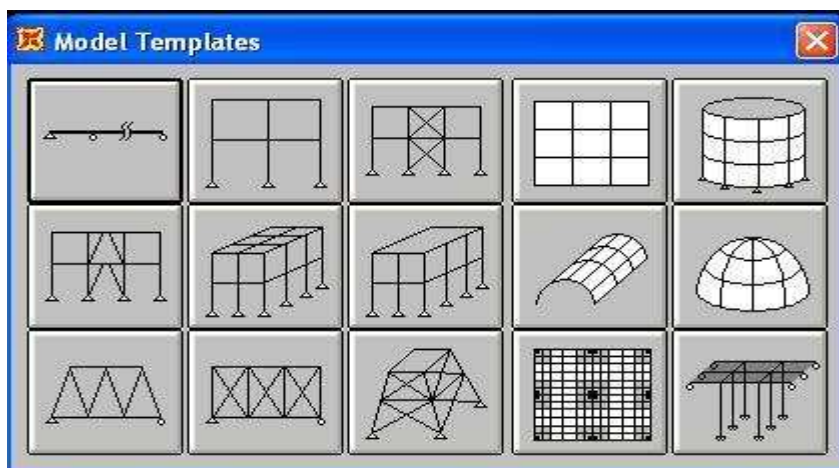
**NB :** la hauteur d'étages est de 3.00 m

- 1) Lancer Le SAP 2000 ;
- 2) On choisi les unités (en bas à droite de l'écran : **T-m**)
- 3) Dans le **menu file > New model from Template ;**



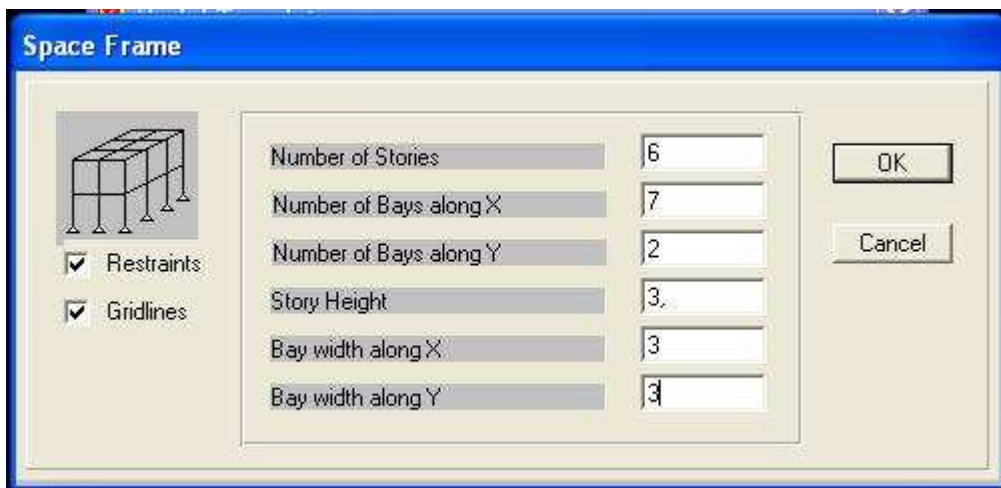
Boit 1

- 4) Une fenêtre apparaîtra pour choisir le model en 3D :



Boit 2

- 5) On choisi par un click sur le model 3D ligne 2-colonne 2 ;



Boit 3

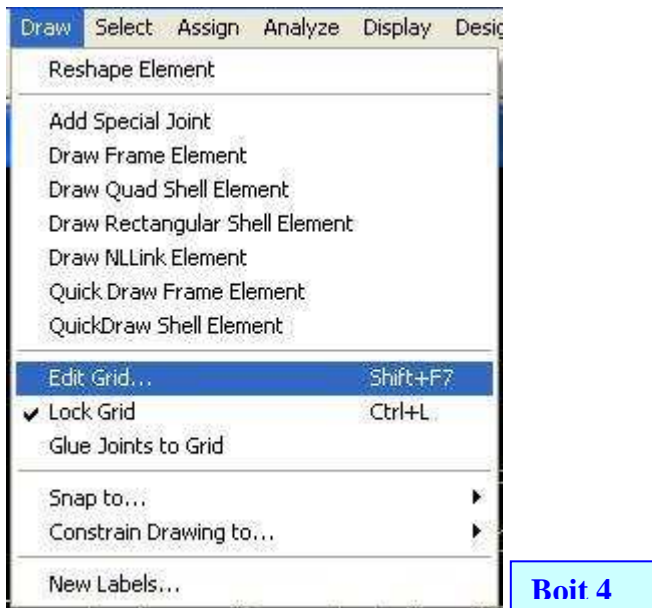
Ou sont introduites les données suivantes :

- Nombre d'étages : 6 ( R+4+Avant poteaux)
- Nombre de travées suivant l'axe X : 7
- Nombre de travées suivant l'axe Y : 2
- La hauteur d'étage : 3.00 m
- La distance entre axe suivant X : 3.00m
- La distance entre axe suivant Y : 3.00m

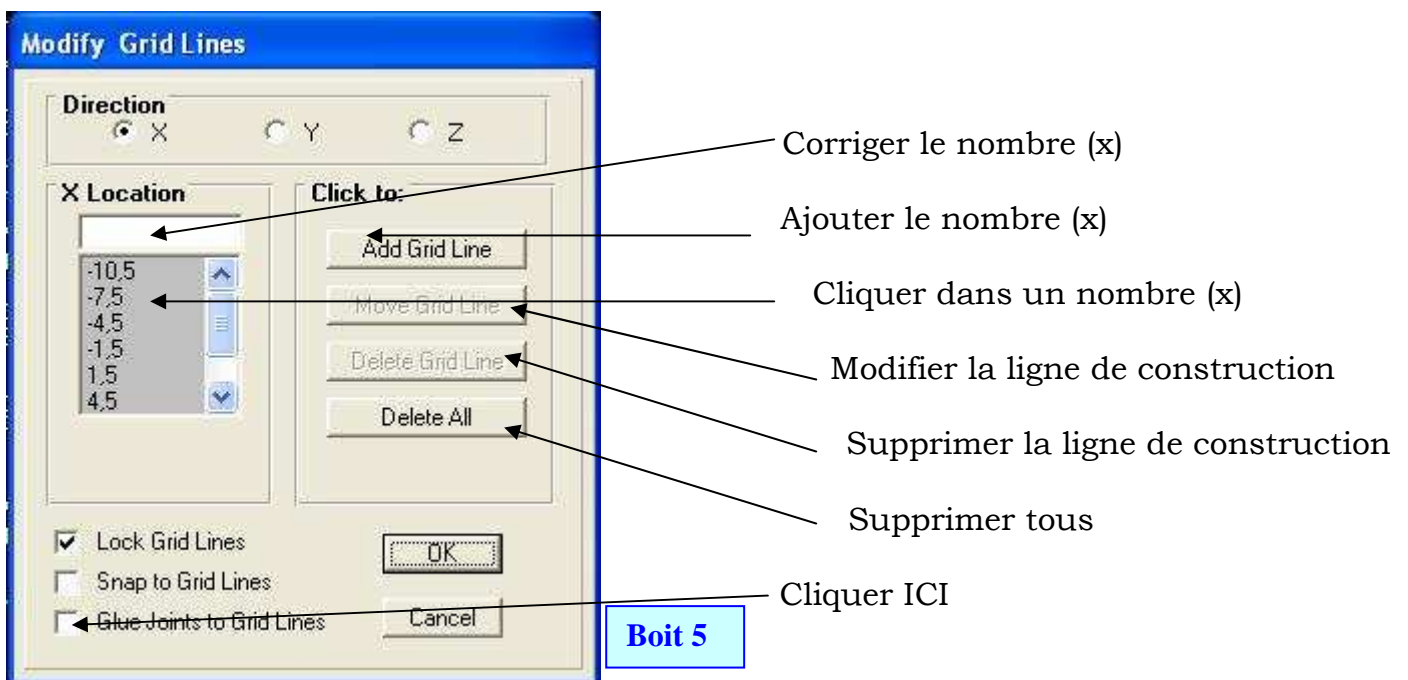
NB : les distances en m sont données pour une travée type suivant les 03 direction.

6) On corrige les travées suivant X ; Yet Z de façon à avoir les distances réelles données par l'architecture ;

**Menu Draw > edit Grid**



7) Une fenêtre apparaîtra pour modifier les axes (Grids lines)



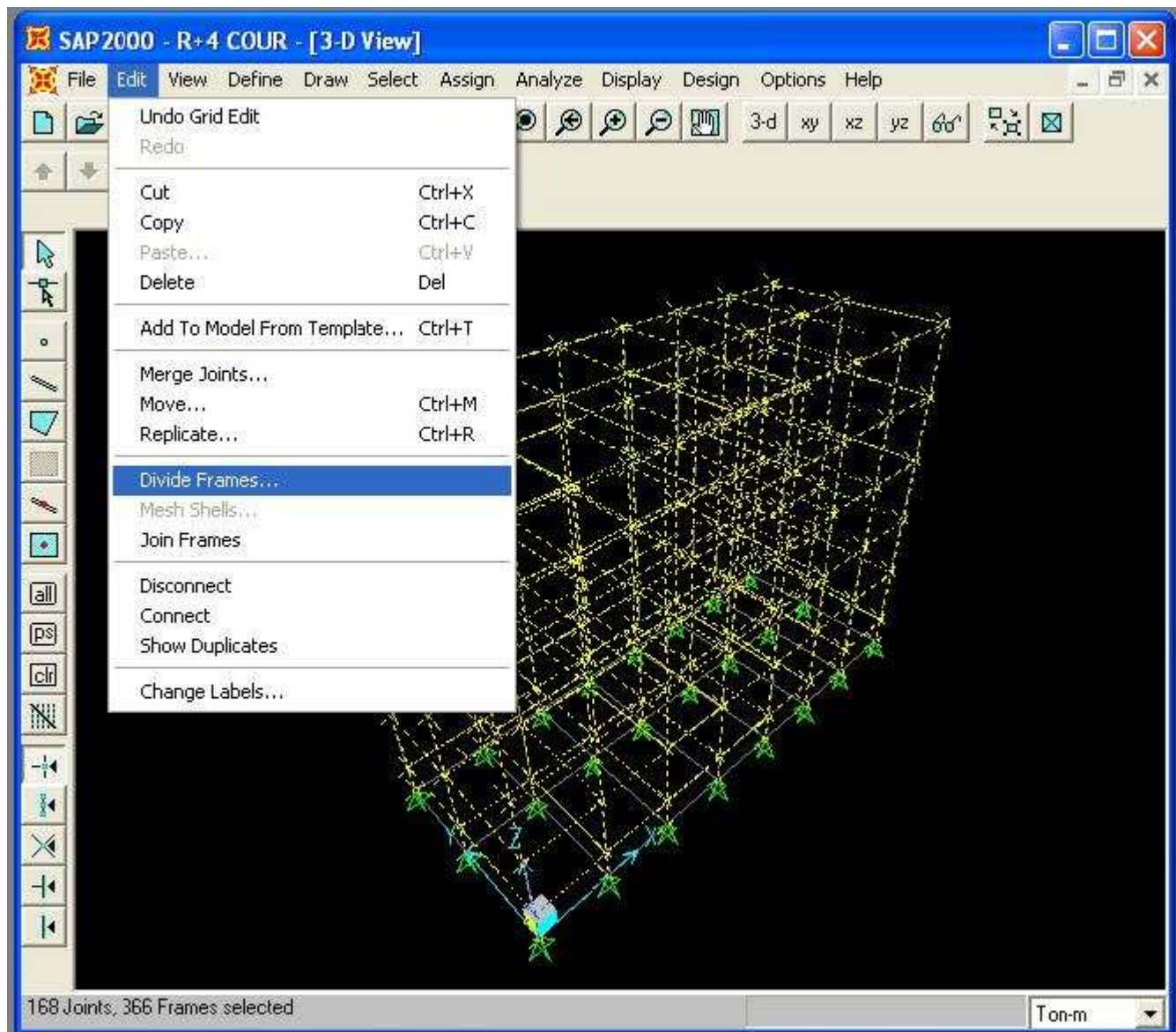
8) On corrige les lignes de constructions (grids lines) :

X	Y	Z
0	0	0
3.25	4.70	1.50
6.35	8.65	4.50
9.35		7.50
12.55		10.50
15.55		13.50
18.65		16.50
21.90		

Pour modifier on click sur un nombre dans la partie grise et on le modifie sur la case blanche

9) Pour que chaque barre soit liée à deux nœuds :

- On sélectionne tous avec la commande  dans le cote gauche de l'écran.
- Dans le **menu edit > divide frames**.



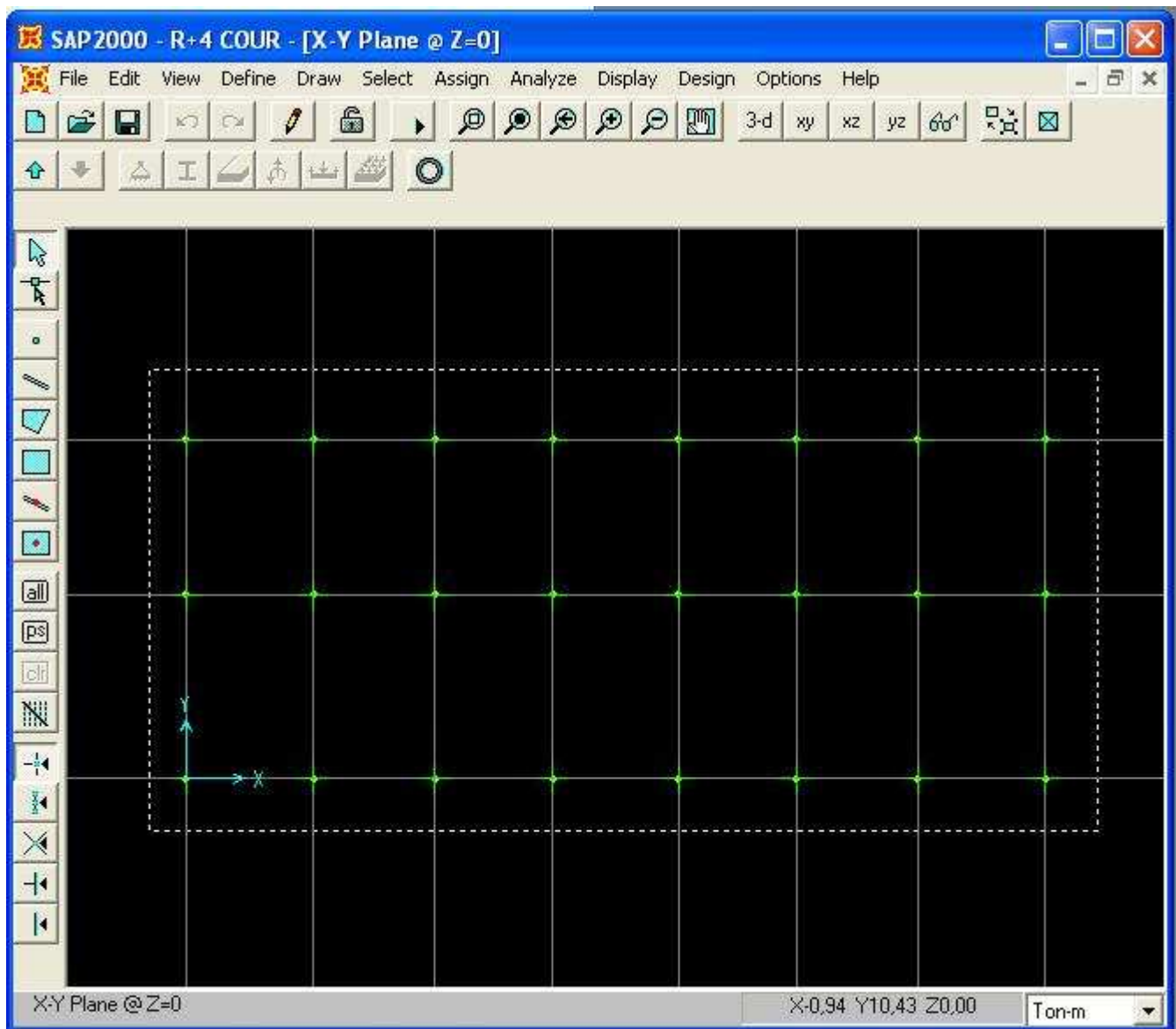
Boit 6

- 10) Une fenêtre apparaîtra on click sur Break at Intersections with selected frames and joints;



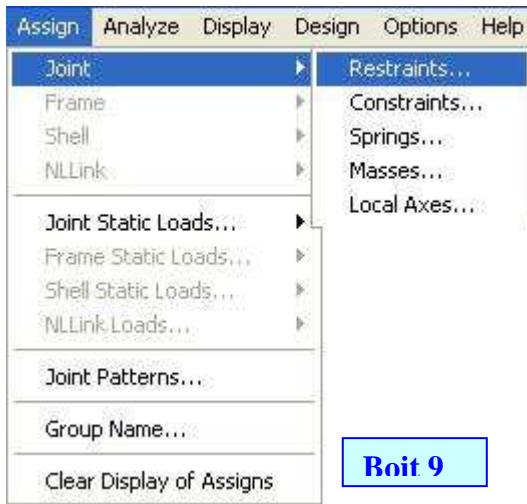
Boit 7

- 11) on sélectionne les appuis



Boit 8

- 12) *menu > Assign > join > Restraints*



**13)** une fenêtre apparaîtra pour assigner les restreints



(encastrement)



**Boit 10**

**14)** On définit le (les) matériau utilisé : *menu > define > materials :*



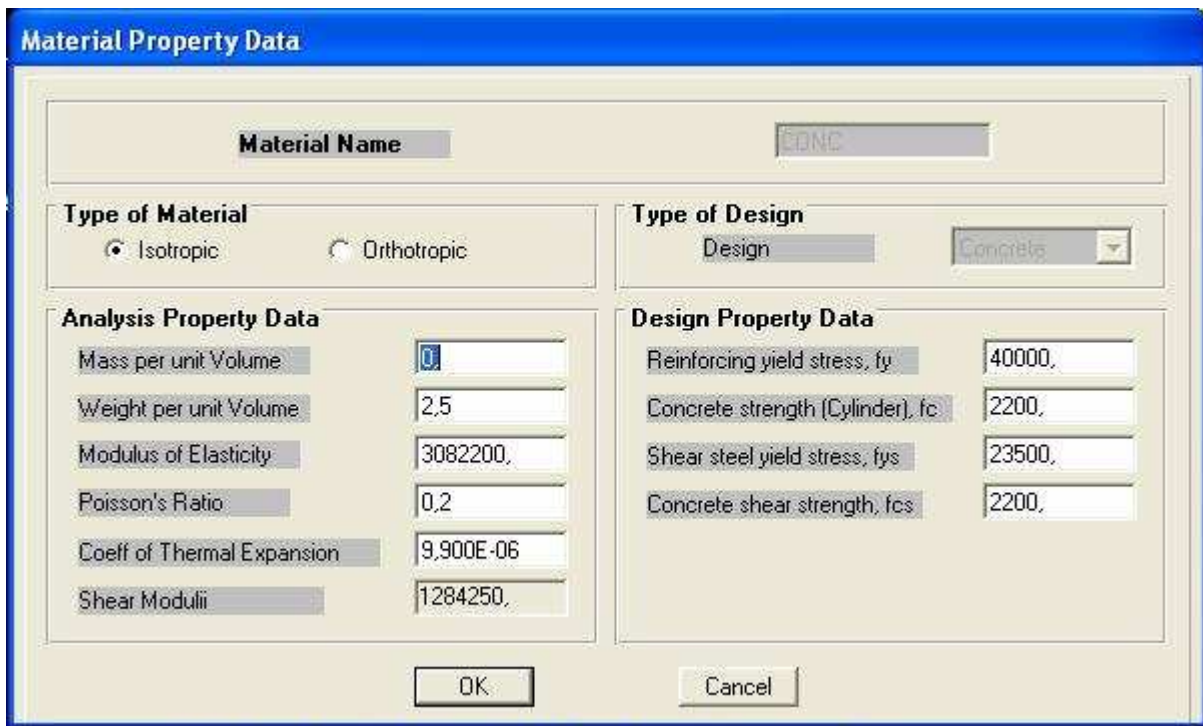
**Boit 11**

Trois types de matériaux sont donnés par défaut : le béton (concrete) ; l'acier (steel) et un autre matériau au choix de l'utilisateur.

- Pour ajouter un nouveau matériau : **Add New Material**
- Pour voir et modifier un matériau existant : **Modify/Show Material**
- Pour notre cas : **CONC > Modify/Show Material** : une fenêtre apparaîtra pour introduire les propriétés du matériau.





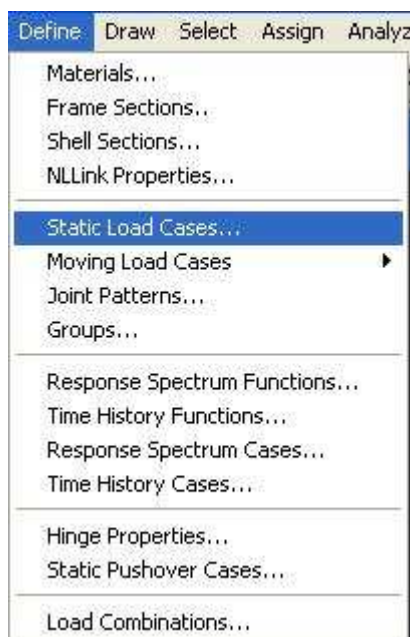


Boit 12

Ou sont introduites les données suivantes :

- Les propriétés pour l'analyse :
  - Masse par unité de volume : égale à zéro si le poids propre des éléments n'est pas pris en considération dans le calcul des masses concentrées.
  - Poids par unité de volume.
  - Module d'élasticité.
  - Coefficient thermique.
- Les propriétés de ferrailage
  - La limite d'élasticité  $f_e$  des barres longitudinal.
  - La résistance caractéristique du béton pour le calcul des sections d'armatures longitudinales.
  - La limite d'élasticité  $f_e$  des barres transversales.
  - La résistance caractéristique du béton pour le calcul des sections d'armatures transversales.

**15) Définition des cas de charges statiques : *menu > define> static load cases :***



Boit 13



Boit 14

Pour ajouter de nouvelles charges : **Add New Load**  
 Pour changer le cas de charges : **Change Load**

Pour supprimer le cas de charge : **Delete Load**

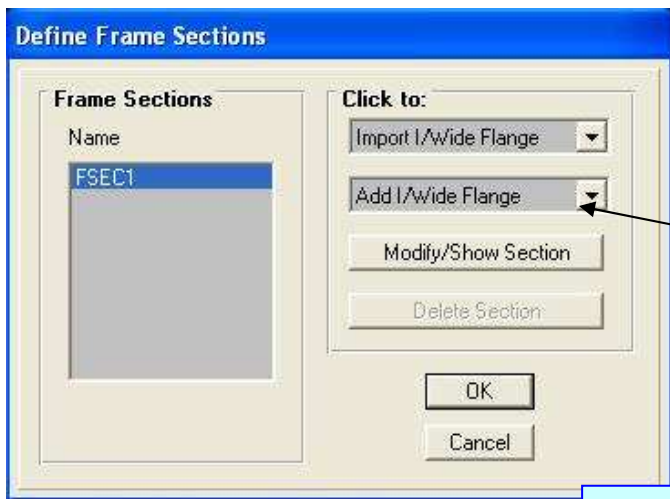
**NB : Pour notre cas nous avons pris G( charge permanentes) ; Q(charge d'exploitation)  
Avec le coefficient multiplicateur 1 (*Self Weight Multiplier*) pour le et qui  
indique la prise en compte du poids propre des éléments.**

**16) Définition des sections des barres :**

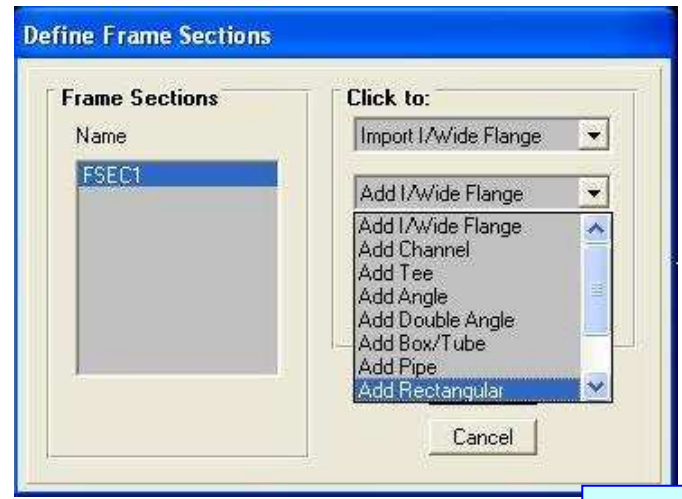
On adopte les sections suivantes :

- Les poutres principales : 30 x 40
- Les poutres secondaires : 30 x 35
- Les poteaux : 30 x 40
- Les longrines : 30 x 30

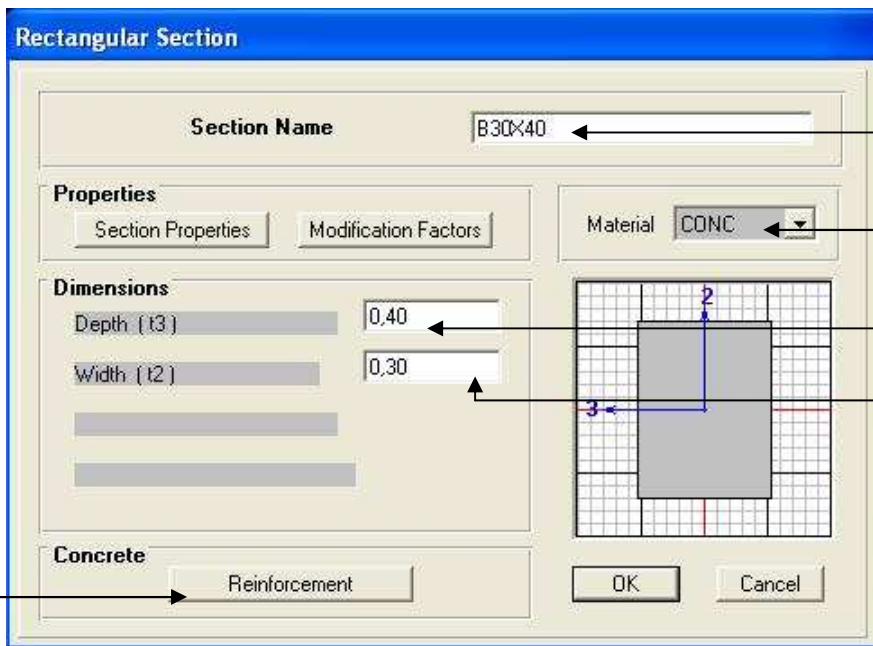
**Menu > Define > frame section**



**Boit 15**



**Boit 16**



Nom de la section

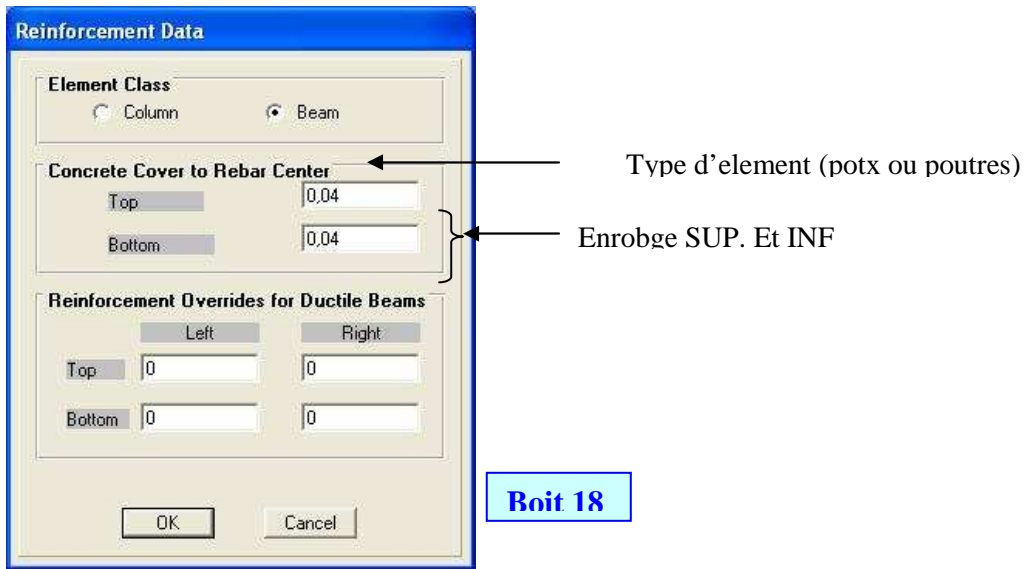
Sélection de type de matériau

Cote perpend.à l' axe local 3

Cote perpend.à l' axe local 2

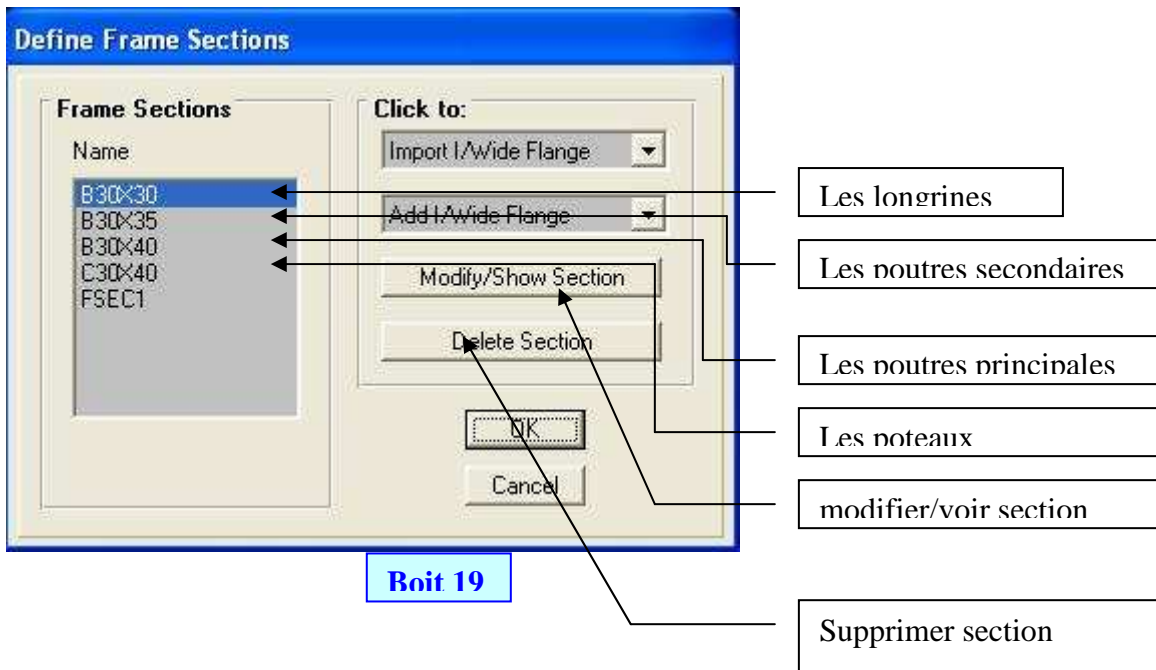
**Boit 17**

Cliquer pour introduire les données de ferrillage



**Remarque :**

- a. On introduit toutes les sections de béton requises on passant par le même chemin indiqué ci-dessus.
- b. Les axes locaux : chaque section a des axes locaux :
  1. Axe local 1 est parallèle à la longueur de l'élément.
  2. Axe local 2 est perpendiculaire à la base de la section.
  3. Axe local 3 est perpendiculaire à la hauteur de la section.
- c. Une section nommée **FSEC1** est donnée par défaut par le logiciel et qui est assignée à toutes les barres automatiquement après la modélisation géométrique.
- d. Les sections définies sont comme suite :




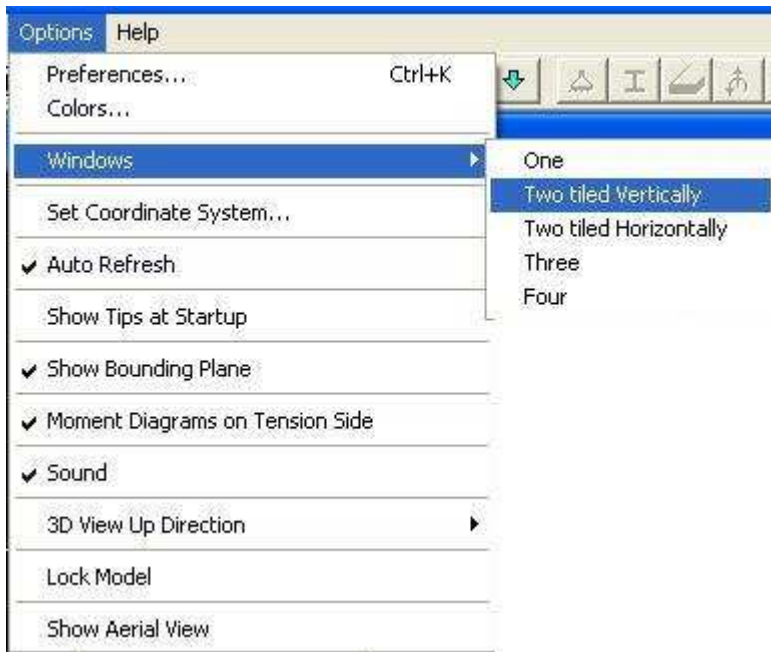
**17) Assignment des sections définies précédemment aux barres :**

Avant d'assigner les sections :

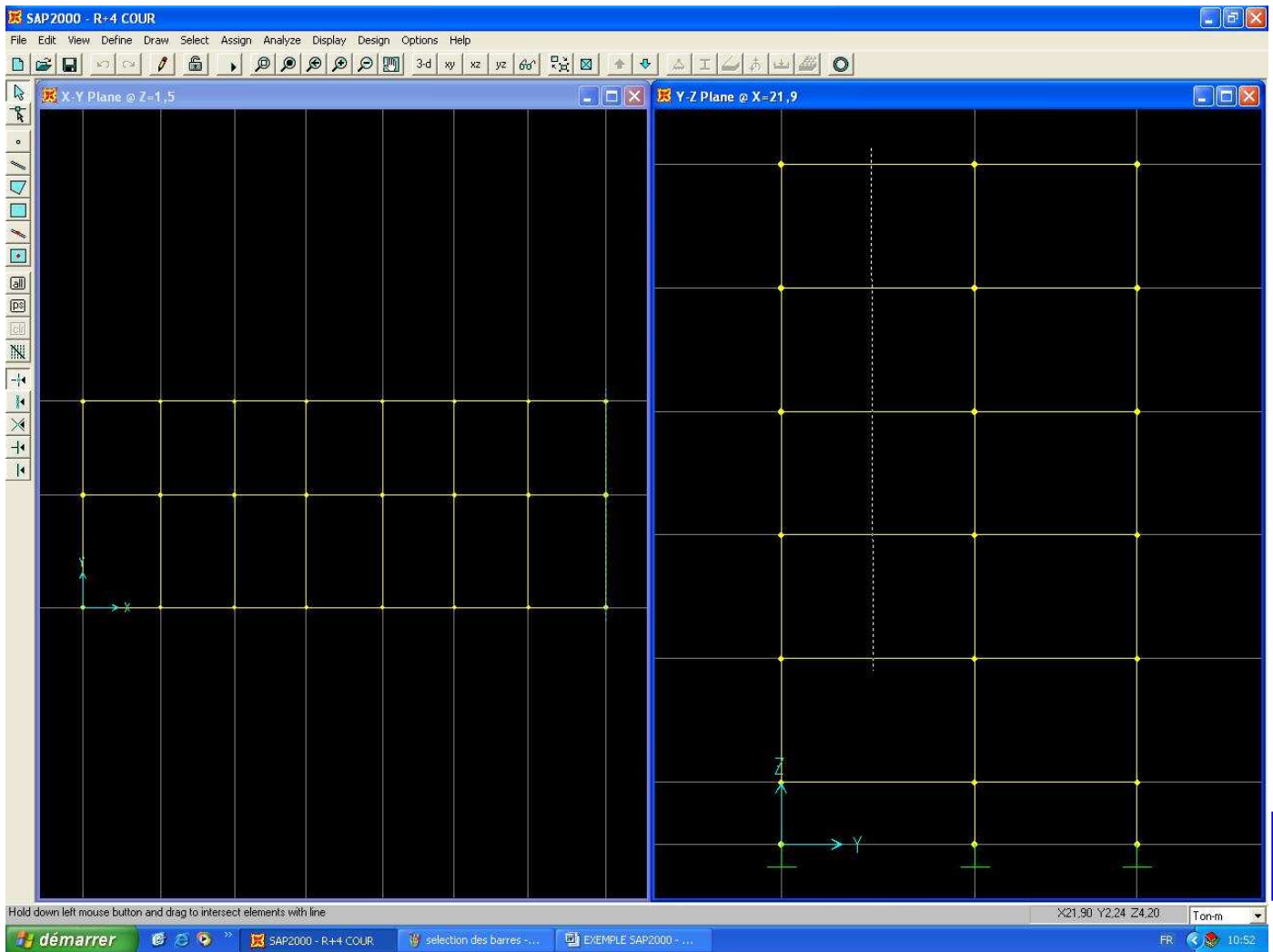
- a. on doit diviser la fenêtre en deux :

Boit 19bis

- b. on sélectionne les barres (poutres principales) avec :  à gauche de l'écran

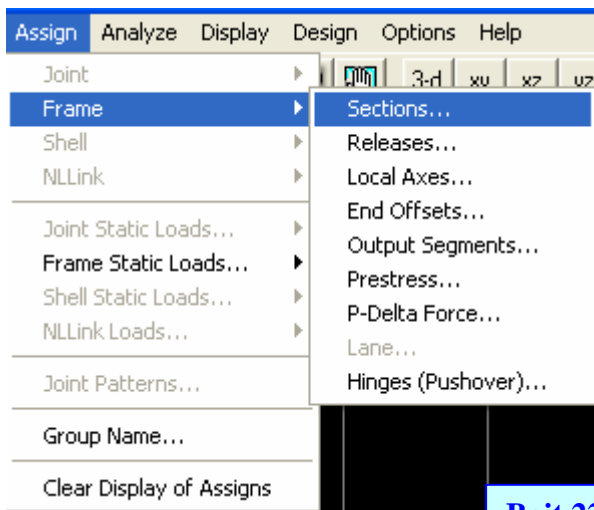


Boit 20

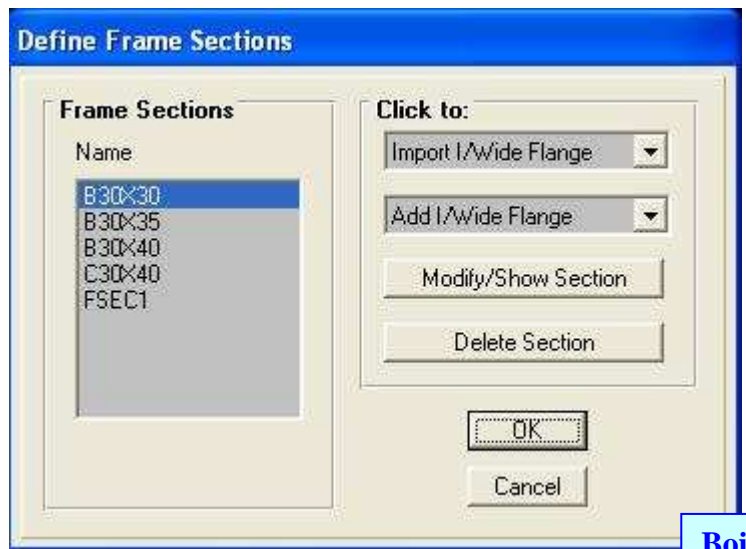


Boit 21

**c. Menu > Assign > section :**



Boit 22



Boit 23

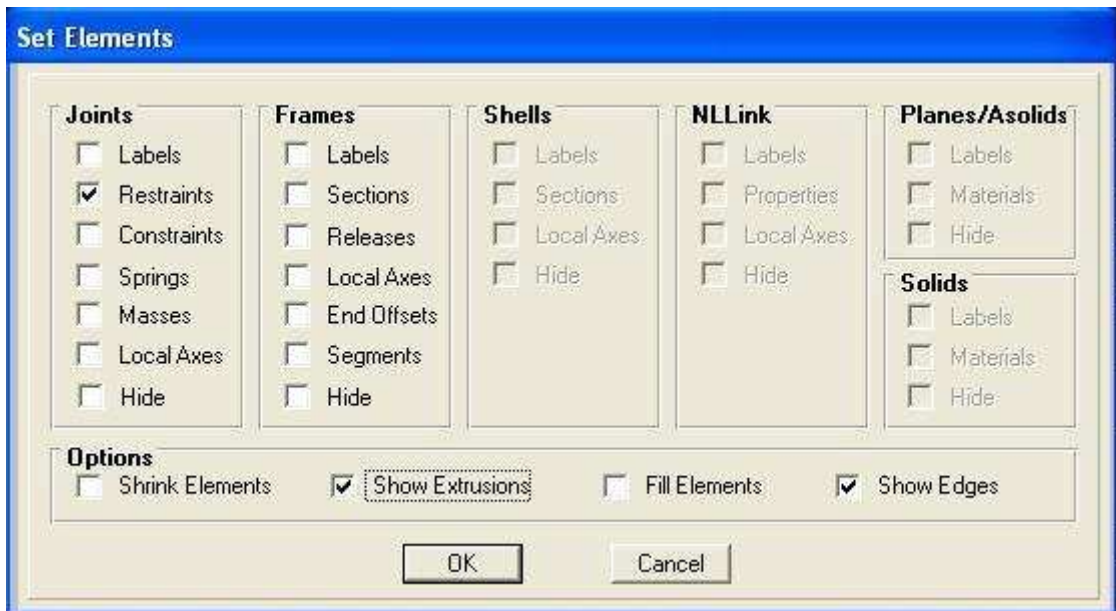
- d. On sélectionne **B30x40** et OK
- e. On recommence avec tout le reste des barres en suivant le même chemin à partie de « b. »

**Remarque pour la section des poteaux :**

Afin de voir l'orientation du sens porteur des poteaux il existe deux méthodes :

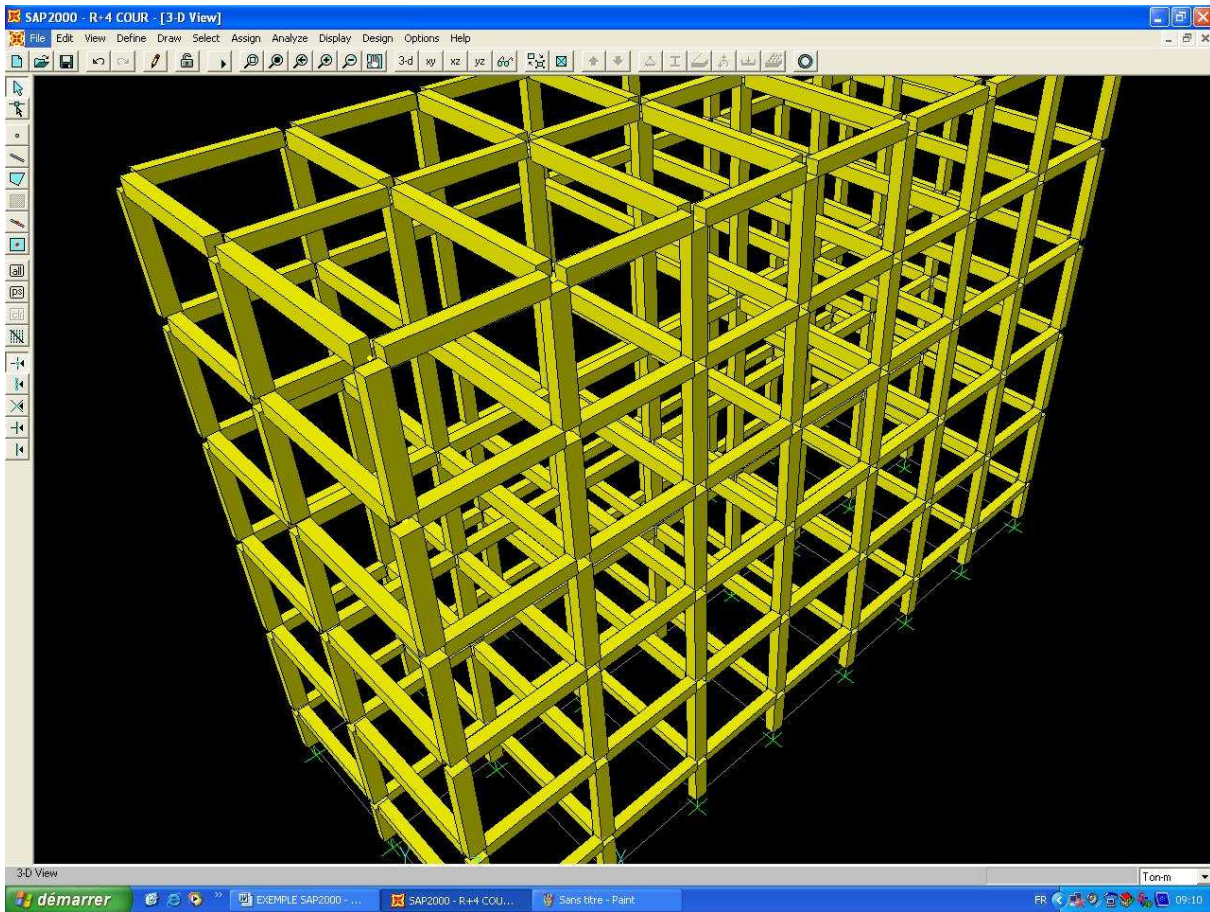
- a. Par l'affichage des axes locaux
- b. Par l'extrusion des sections

Cliquer sur



Boit 24

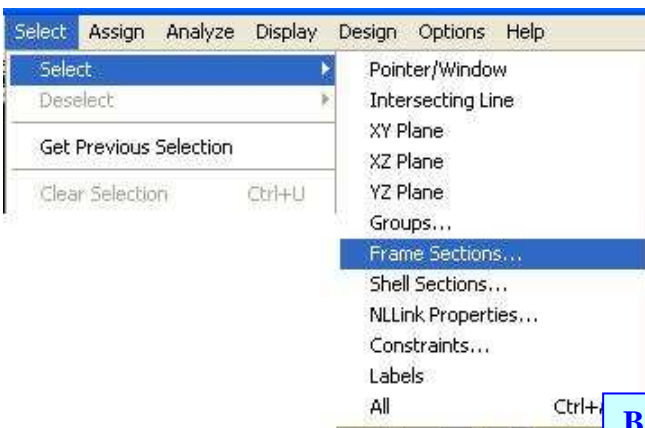




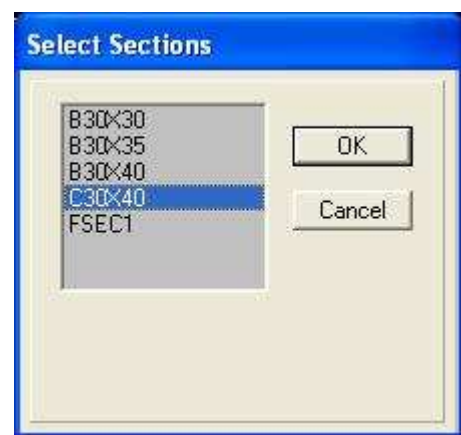
Boit 25

On voit clairement le sens porteur vers le sens X alors qu'il devra être vers le sens Y, pour le changer on doit :

- a. Sélectionner tous les poteaux : **menu > select > Frame section**

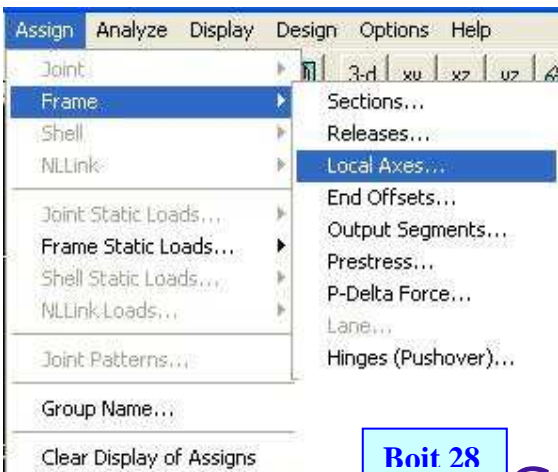


Boit 26



Boit 27

- b. Les poteaux étant sélectionnés, **menu > assign > Frame > local Axes**

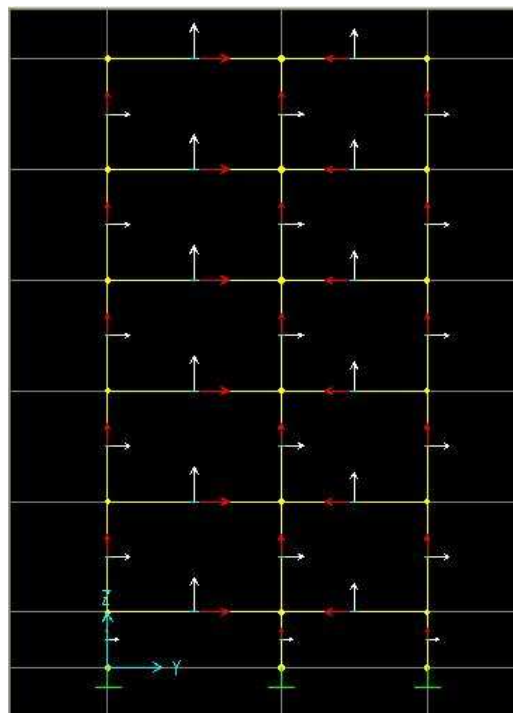


Boit 28



Boit 29

c. Les poteaux sont maintenant orientés vers le sens des Y :



Boit 30

- Axe local 2 des poteaux, (en blanc) vers le sens porteur.
- Axe local 1 des poteaux, (en rouge) vers la longueur des poteaux.
- Axe local 3 des poteaux, invisible (en bleu).

**18) Assignation des charges statiques :**


I. Plancher étage courant :

- Axes de rive :  $G = 0.90 \text{ t/ml}$  ;  $Q = 0.24 \text{ t/ml}$
- Axes de centre  $G = 1.80 \text{ t/ml}$  ;  $Q = 0.48 \text{ t/ml}$

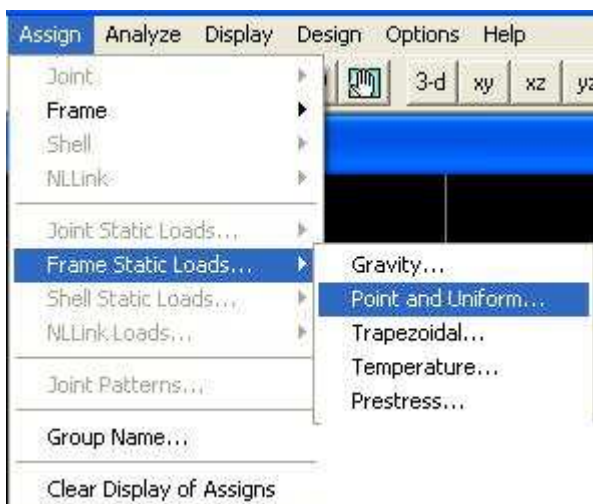
II. Plancher terrasse :

- Axe de rive :  $G = 1.09 \text{ t/ml}$  ;  $Q = 0.16 \text{ t/ml}$
- Axe de centre :  $G = 2.18 \text{ t/ml}$  ;  $Q = 0.32 \text{ t/ml}$

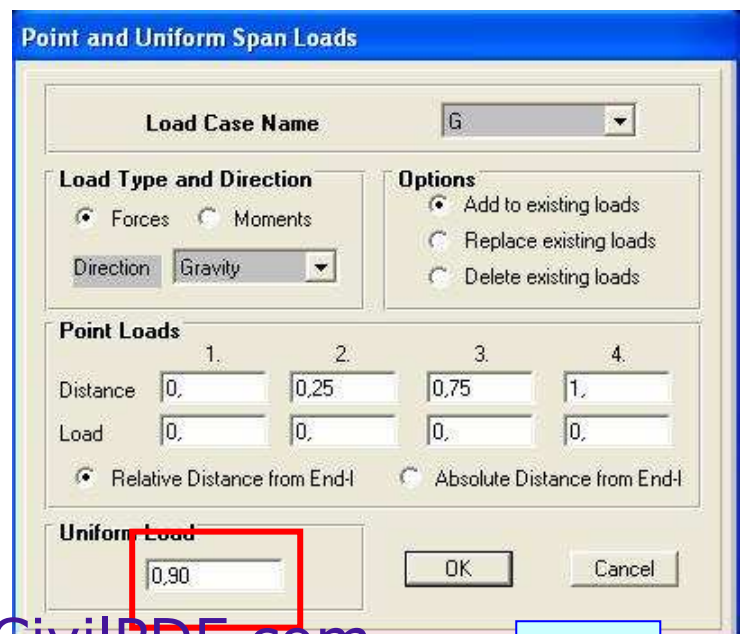
a. On doit diviser la fenêtre en deux :

b. On sélectionne les barres (poutres principales) avec :  à gauche de l'écran (voir 17 : boîte : 19bis – 20 - 21 )

**menu > assign > Frame Static loads > Point and Uniforms..**





Boit 31

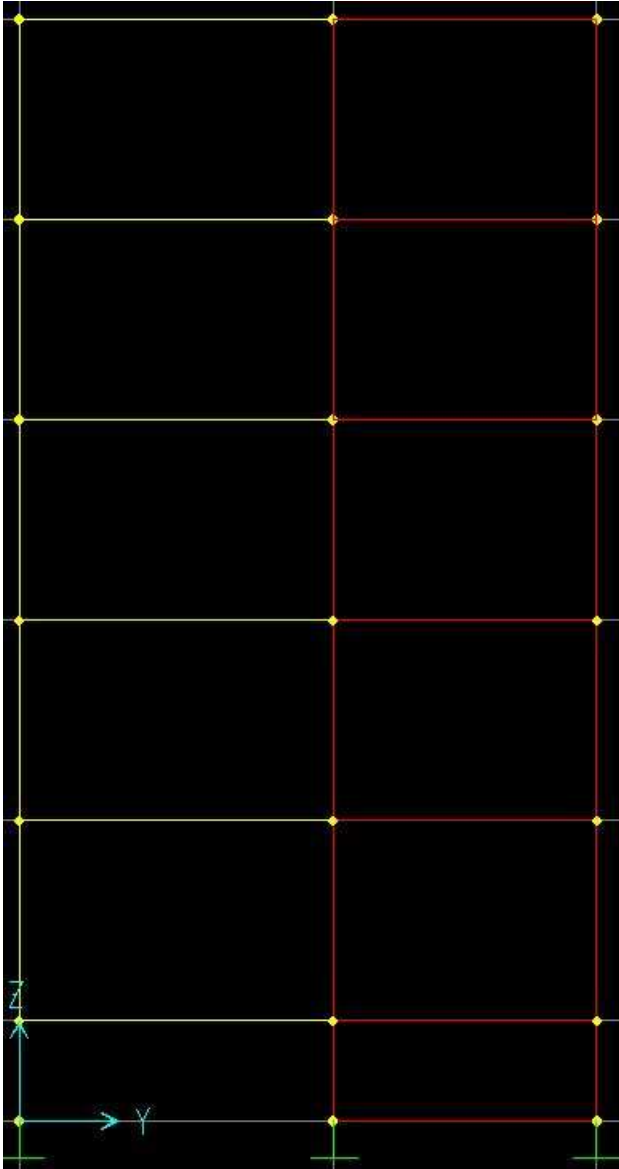


Boit 32

### 19) Modélisation des voiles:

Il existe deux manières pour dessiner les voiles ou (élément Shell) :

- Dessin rapide  avec un seul clique au milieu des quatre cotes avec leurs lignes de construction
- Dessin avec deux points opposés 



Vue des extrémités des voiles

Boit 33



Vue des voiles avec remplissage

Boit 34

NB : pour afficher les deux cas indiqués ci-dessus (boite 24) cliquer sur **show edges** et **fill element**

### 20) Nœuds maîtres et assignation des masses :

Le nœud maître est situé au centre de masse du plancher :

- Plancher étage courant :
  - $XG = 10.95 \text{ m} - YG = 4.325$
  - Masse = 184.9 tn – Inertie massique = 8622 tn.m<sup>2</sup>



b. Plancher terrasse :

- $XG = 10.95 \text{ m} - YG = 4.325$
- Masse = 188.6 tn – Inertie massique = 8816.2 tn.m<sup>2</sup>

20-1) Introduction des nœuds maître : **(voir 7 boît 05)**

20-2) Assignation des appuis aux nœuds maîtres :

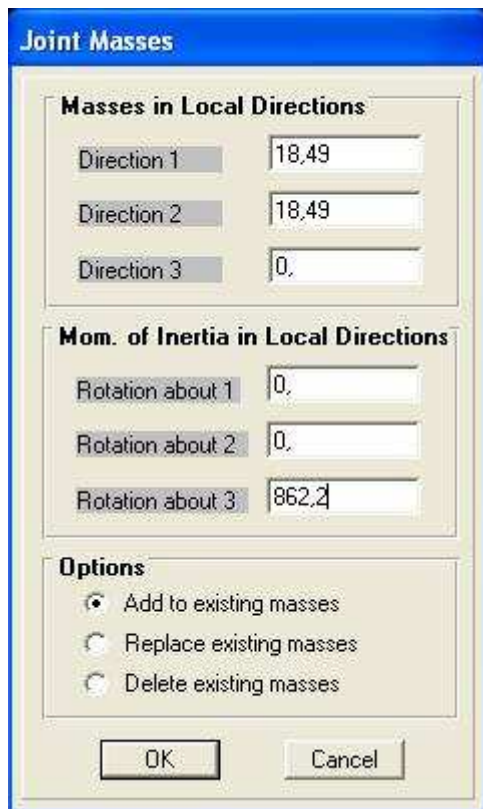
- sélectionner les nœuds maîtres
- **(voir 12 boît 09)**
- Translation suivant x ; y et rotation suivant z



Boît 35

20-3) Assignation des masses et inerties massiques aux nœuds maître :

- sélectionner les nœuds maîtres des étages courants.
- **Menu > Assign > join > Masses.**



Boît 36

NB : On procède de la même manière pour le nœud maître du niveau terrasse.

## 21) Introduction du spectre de réponse :

Voici un aperçu du fichier texte du spectre de réponse tel qu'il a été calculé par le logiciel **RPA99D**

De 0.00 seconde à 5.000 seconde

SPECTRE DE REponse DYNAMIQUE SELON LE RPA 99  
=====

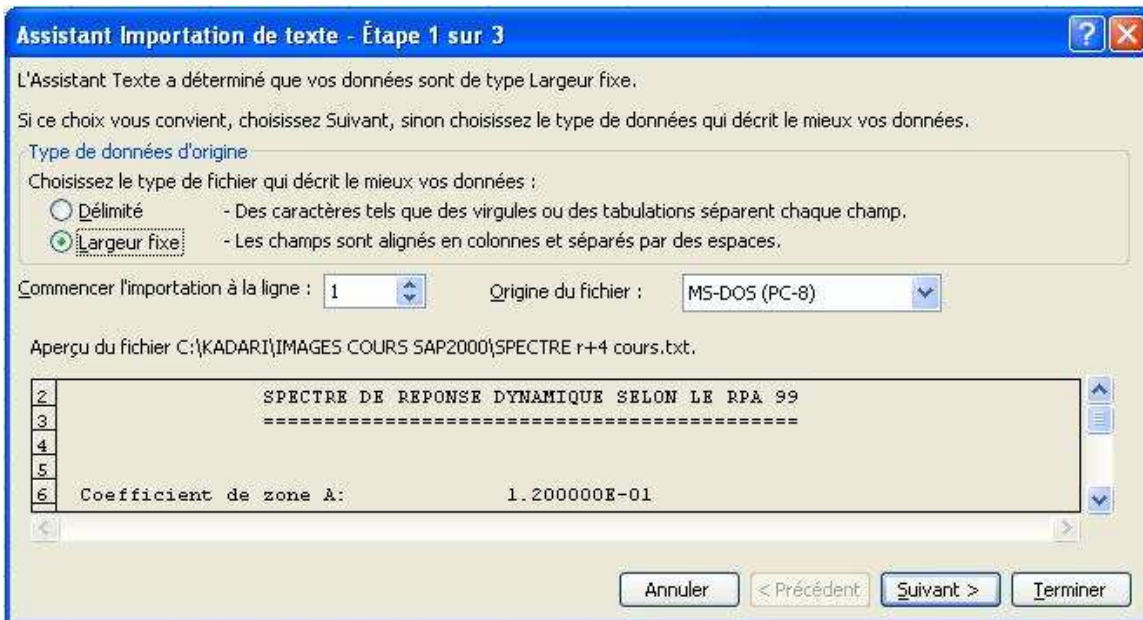
Coefficient de zone A: 1.200000E-01  
Coefficient de comportement R: 5.000000  
Coefficient de qualité Q: 1.150000  
Coefficient amortissement KSI(%): 6.000000  
Période T2 du site considère : 5.000000E-01

Accélération spectrale (Sa/g)  
=====

Période (sec)	Selon X	Selon Y	Selon Z
=====	=====	=====	=====
.000	.150	.150	.000
.010	.145	.145	.000
.020	.141	.141	.000
.030	.136	.136	.000
.040	.132	.132	.000
.050	.127	.127	.000
.060	.122	.122	.000
.070	.118	.118	.000
.080	.113	.113	.000
.090	.108	.108	.000
.100	.104	.104	.000
.110	.099	.099	.000
.120	.095	.095	.000
.130	.090	.090	.000
.140	.085	.085	.000
.150	.081	.081	.000
.160	.081	.081	.000
.170	.081	.081	.000
.180	.081	.081	.000
.190	.081	.081	.000
.200	.081	.081	.000
.210	.081	.081	.000
.220	.081	.081	.000
.230	.081	.081	.000
.240	.081	.081	.000
.250	.081	.081	.000
.260	.081	.081	.000
.270	.081	.081	.000
.280	.081	.081	.000

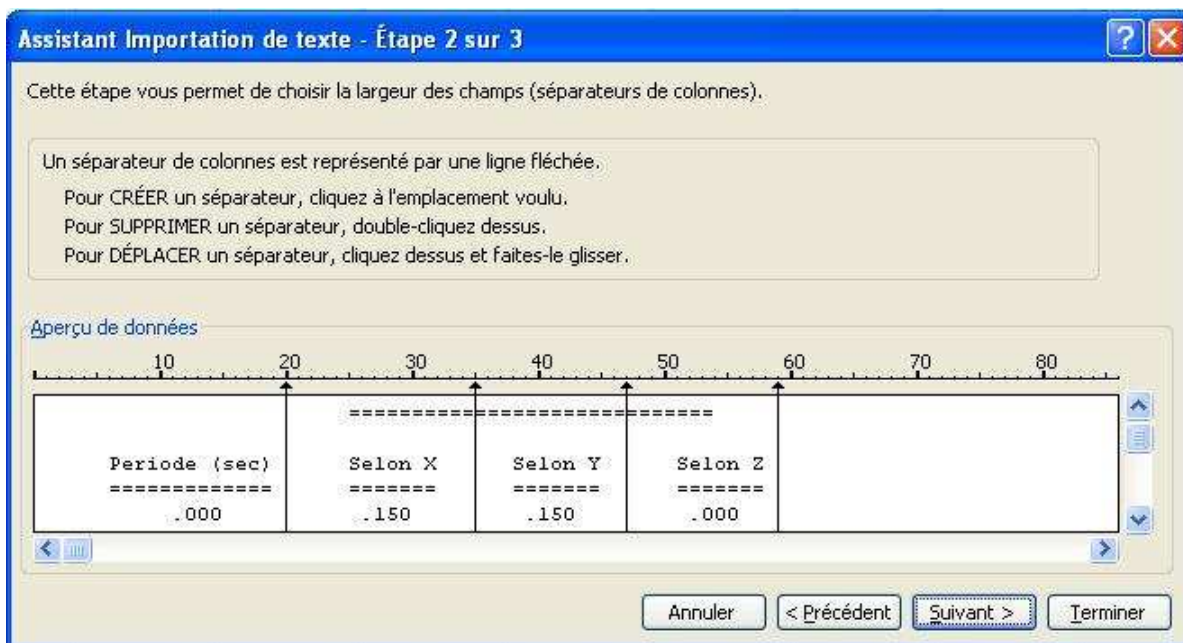
Pour pouvoir l'introduire dans le fichier sap2000 il faut faire une mise en forme de façon à ne laisser que les deux colonnes : Période (sec) et Accélération spectrale (Sa/g) sans leurs étiquettes, à l'aide de l'Excel.

- Rouvrir le fichier texte avec Excel. Etape 1 sur 3



Boit 37

- Cliquer sur suivant pour aller l'étape 2 sur 3



Boit 38

- Faire le mise en forme des colonnes en cliquant sur les flèches noir et glisser. Suivant,



Boit 39

- Cliquer sur Terminer

	A	B	C	D	E
1					
2	SPE	CTRE DE REDYNAMIQUE ELON LE RP			99
3	===	=====			
4					
5					
6	Coefficient de e A:		1.200000E-	1	
7	Coefficient de portement R:		5.0000	0	
8	Coefficient de lite Q:		1.1500	0	
9	Coefficient an sement KSI(%)		6.0000	0	
10	Periode T2 du considere :		5.000000E-	1	
11					
12					
13		Accelerati on spectrale (Sa/g)			
14		=====			
15					
16	Periode (sec)	Selon X	Selon Y	Selon Z	
17	=====	=====	=====	=====	
18	.000	.150	.150	.000	
19	.010	.145	.145	.000	
20	.020	.141	.141	.000	
21	.030	.136	.136	.000	
22	.040	.132	.132	.000	
23	.050	.127	.127	.000	
24	.060	.122	.122	.000	
25	.070	.118	.118	.000	
26	.080	.113	.113	.000	
27	.090	.108	.108	.000	
28	.100	.104	.104	.000	
29	.110	.099	.099	.000	
30	.120	.095	.095	.000	
31	.130	.090	.090	.000	
32	.140	.085	.085	.000	
33	.150	.081	.081	.000	
34	.160	.081	.081	.000	
35	.170	.081	.081	.000	
36	.180	.081	.081	.000	
37	.190	.081	.081	.000	
38	.200	.081	.081	.000	

**Boit 40**

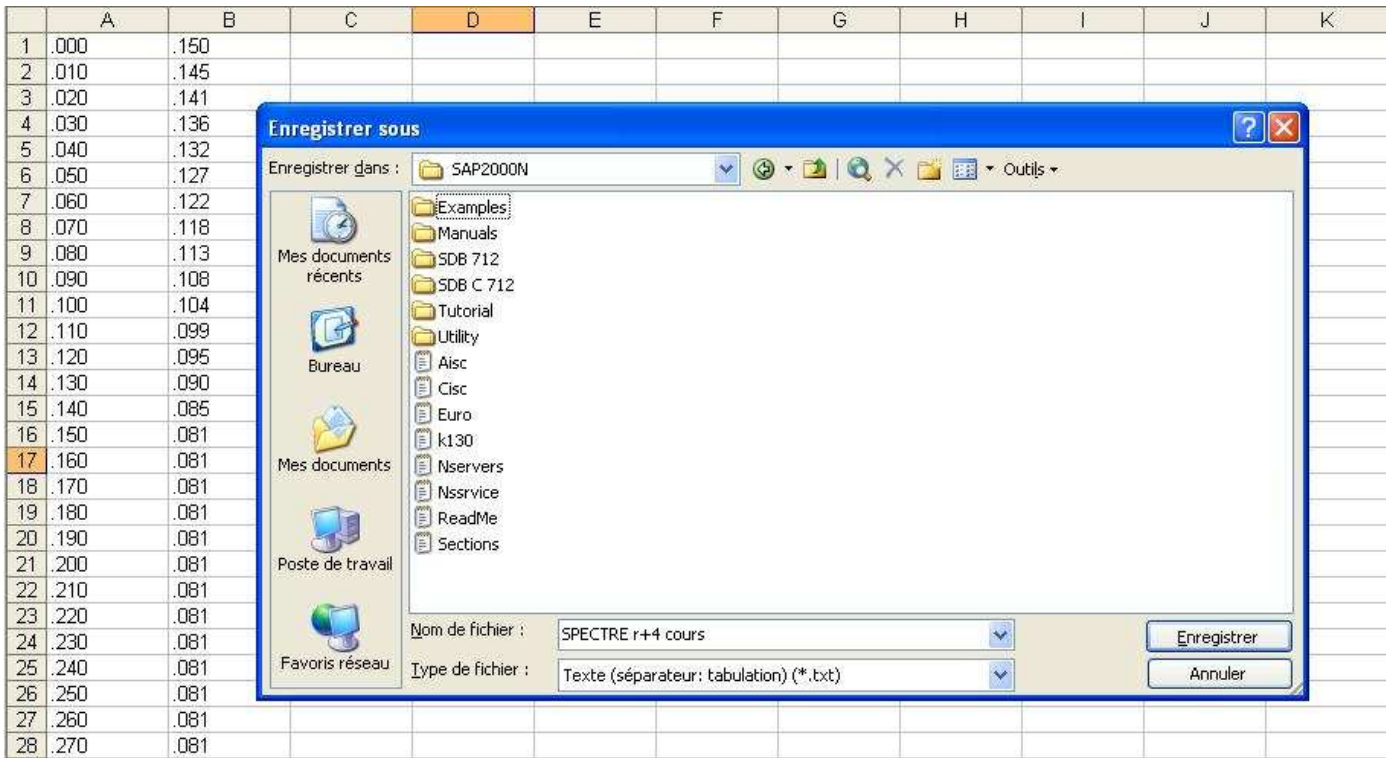
- Supprimer les colonnes C et D

**Boit 41**

- Supprimer les lignes de 1 à 17

	A	B	C	D	E
1	.000	.150	.150	.000	
2	.010	.145	.145	.000	
3	.020	.141	.141	.000	
4	.030	.136	.136	.000	
5	.040	.132	.132	.000	
6	.050	.127	.127	.000	
7	.060	.122	.122	.000	
8	.070	.118	.118	.000	
9	.080	.113	.113	.000	
10	.090	.108	.108	.000	
11	.100	.104	.104	.000	
12	.110	.099	.099	.000	
13	.120	.095	.095	.000	
14	.130	.090	.090	.000	
15	.140	.085	.085	.000	
16	.150	.081	.081	.000	
17	.160	.081	.081	.000	
18	.170	.081	.081	.000	
19	.180	.081	.081	.000	
20	.190	.081	.081	.000	
21	.200	.081	.081	.000	
22	.210	.081	.081	.000	
23	.220	.081	.081	.000	
24	.230	.081	.081	.000	
25	.240	.081	.081	.000	
26	.250	.081	.081	.000	
27	.260	.081	.081	.000	
28	.270	.081	.081	.000	
29	.280	.081	.081	.000	
30	.290	.081	.081	.000	
31	.300	.081	.081	.000	
32	.310	.081	.081	.000	
33	.320	.081	.081	.000	
34	.330	.081	.081	.000	
35	.340	.081	.081	.000	
36	.350	.081	.081	.000	
37	.360	.081	.081	.000	
38	.370	.081	.081	.000	

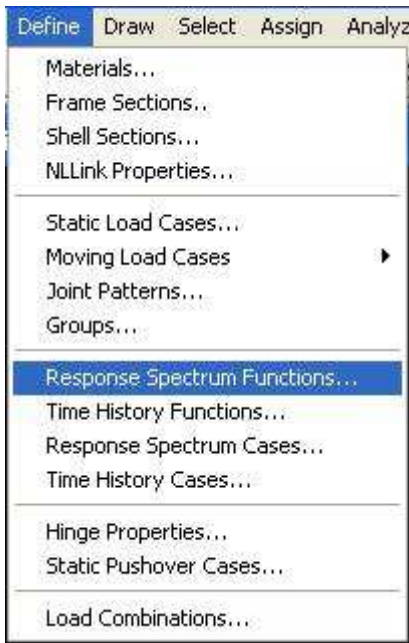
- Enregistrer le fichier sous type \*.txt dans le répertoire SAP2000 N



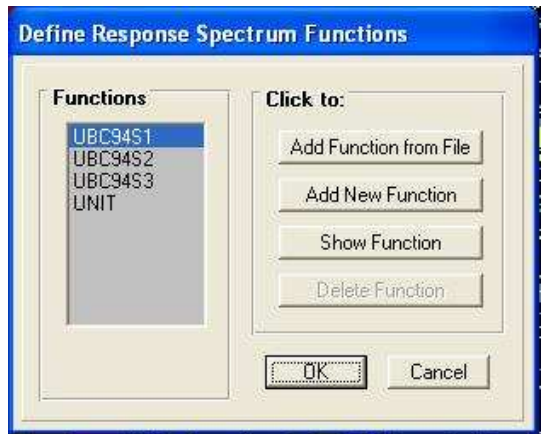
Boit 42

Résultat : nous avons un fichier de type \*.txt qui contient deux colonnes prêt à être exporter dans le fichier sap2000

- Aller dans le fichier de données SAP2000N, **menu > define > Response Spectrum Functions**

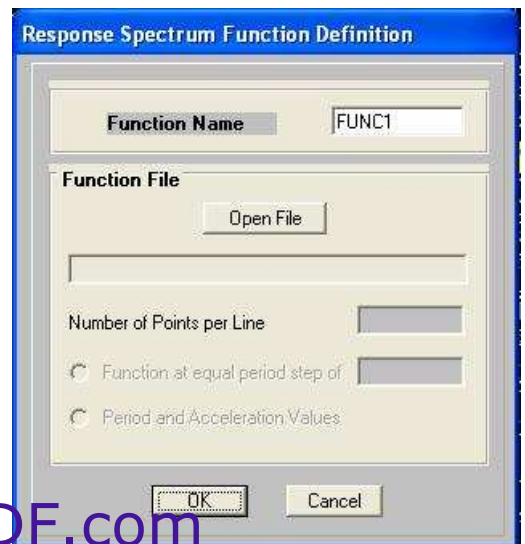


Boit 43

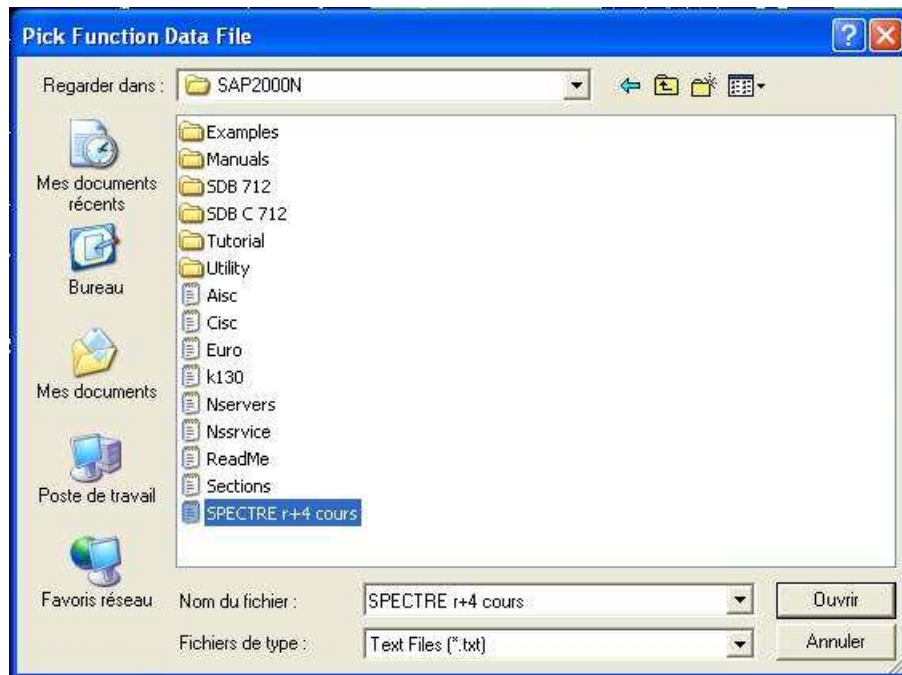


Boit 44

Add Function from File

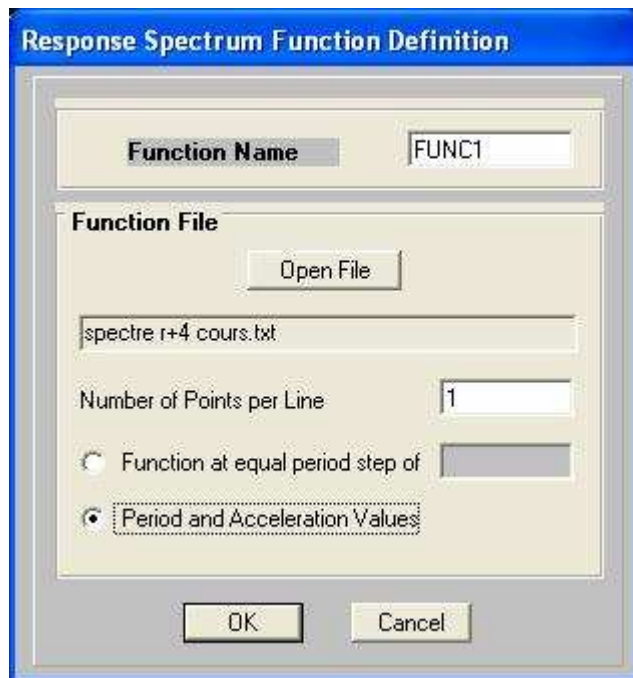


Open file



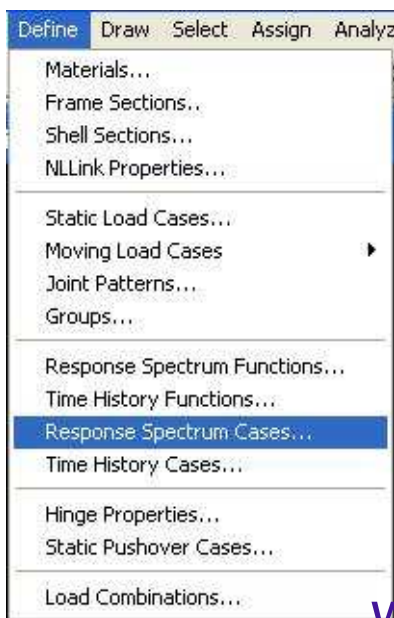
Boite 46

La boite 45 devient



Boite 45 bis

22) Définition de l'effort tranchant: **menu > define > Response Spectrum cases**



Boite 48

## Add New Spectra

The dialog box 'Response Spectrum Case Data' for case 'EX' contains the following settings:

- Spectrum Case Name:** EX
- Excitation angle:** 0
- Modal Combination:** CQC (selected), SRSS, ABS, GMC. Damping: 0.06.
- Directional Combination:** SRSS (selected), ABS. Scale Factor: (empty).
- Input Response Spectra:**

Direction	Function	Scale Factor
U1	FUNC1	9.81
U2		
U3		

Boit 49

## Add New Spectra

The dialog box 'Response Spectrum Case Data' for case 'EY' contains the following settings:

- Spectrum Case Name:** EY
- Excitation angle:** 0.
- Modal Combination:** CQC (selected), SRSS, ABS, GMC. Damping: 0.06.
- Directional Combination:** SRSS (selected), ABS. Scale Factor: (empty).
- Input Response Spectra:**

Direction	Function	Scale Factor
U1		
U2	FUNC1	9.81
U3		

Boit 50

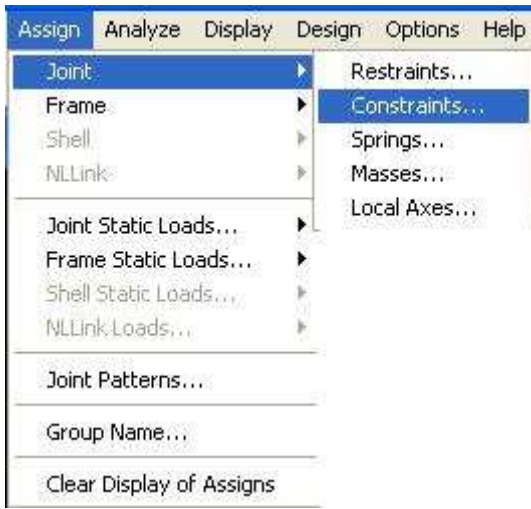
Et en fin nous avons deux efforts tranchants suivant X et Y

The 'Define Response Spectra' dialog box shows a list of spectra on the left and control buttons on the right:

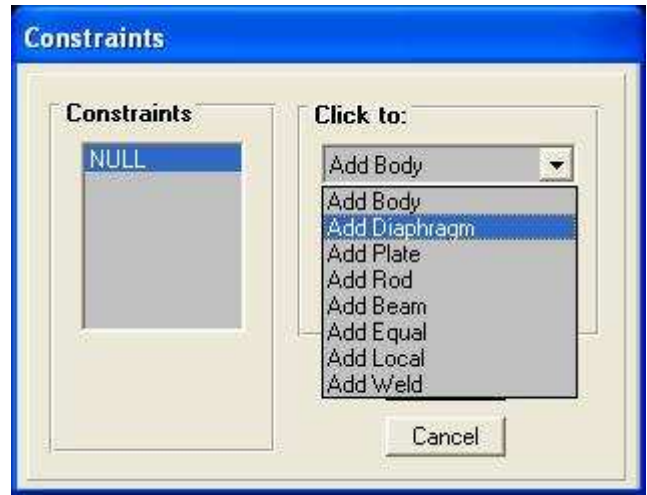
- Spectra list:** EX, EY (selected).
- Click to:** Add New Spectra, Modify/Show Spectra, Delete Spectra.
- Buttons:** OK, Cancel.

Boit 51

**23)** Définition des liaisons rigides (contraint)  
Sélectionner tous les joints d'un même plancher, *menu > Assign > joint > Constraint*



Boit 52



Boit 53



Boit 54

NB : on procède de la même manière pour tous niveaux

**24)** Définition des combinaisons : *menu > Define > Load combinations*



Boit 55



Boit 56



Exemple : 1.35G + 1.50Q avec le nom ELU

G + Q + EX avec le nom GQEX

**1<sup>er</sup> combinaison : ELU : 1.35G + 1.50Q**

### Add New Combo

Load Combination Data

Load Combination Name: ELU

Load Combination Type: ADD

Title: ELU

Define Combination

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design:

Use for Concrete Design:

OK Cancel

Boit 57 A

Ouvrir et selectionner G

Load Combination Data

Load Combination Name: ELU

Load Combination Type: ADD

Title: ELU

Define Combination

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1,35

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design:

Use for Concrete Design:

OK Cancel

Boit 57 B

Introduire le coefficient 1.35

Ajouter

Load Combination Data

Load Combination Name: ELU

Load Combination Type: ADD

Title: ELU

Define Combination

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1,35
G Load Case	1,35

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design:

Use for Concrete Design:

OK Cancel

Boit 57 C

Load Combination Data

Load Combination Name: ELU

Load Combination Type: ADD

Title: ELU

Define Combination

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1,35
Q Load Case	1,35

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design:

Use for Concrete Design:

OK Cancel

Boit 57 D

Rouvrir et selectionner Q

**Load Combination Data**

Load Combination Name: ELU

Load Combination Type: ADD

Title: ELU

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
Q Load Case	1,50
G Load Case	1,35
Q Load Case	1,50

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 57 E

Cliquer

Ajouter

**2<sup>eme</sup> combinaison : GQEX : G + Q + EX**

**Add New Combo**

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1
G Load Case	1,35
Q Load Case	1,5

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 A

Sélectionner G

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
G Load Case	1
G Load Case	1
Q Load Case	1,5

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 B

Modifier le Coeff. 1.35 par 1 et cliquer sur **Modify**

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
Q Load Case	1
G Load Case	1
Q Load Case	1.5

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 C

Sélectionner Q

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
Q Load Case	1
G Load Case	1
Q Load Case	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 D

Modifier le Coeff. 1.5 par 1 et cliquer sur *Modify*

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
EX Spectra	1
G Load Case	1
Q Load Case	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 E

Ouvrir et Sélectionner EX

**Load Combination Data**

Load Combination Name: GQEX

Load Combination Type: ADD

Title: GQEX

**Define Combination**

Case Name	Scale Factor
EX Spectra	1
G Load Case	1
Q Load Case	1
EX Spectra	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design  
 Use for Concrete Design

OK Cancel

Boit 58 F

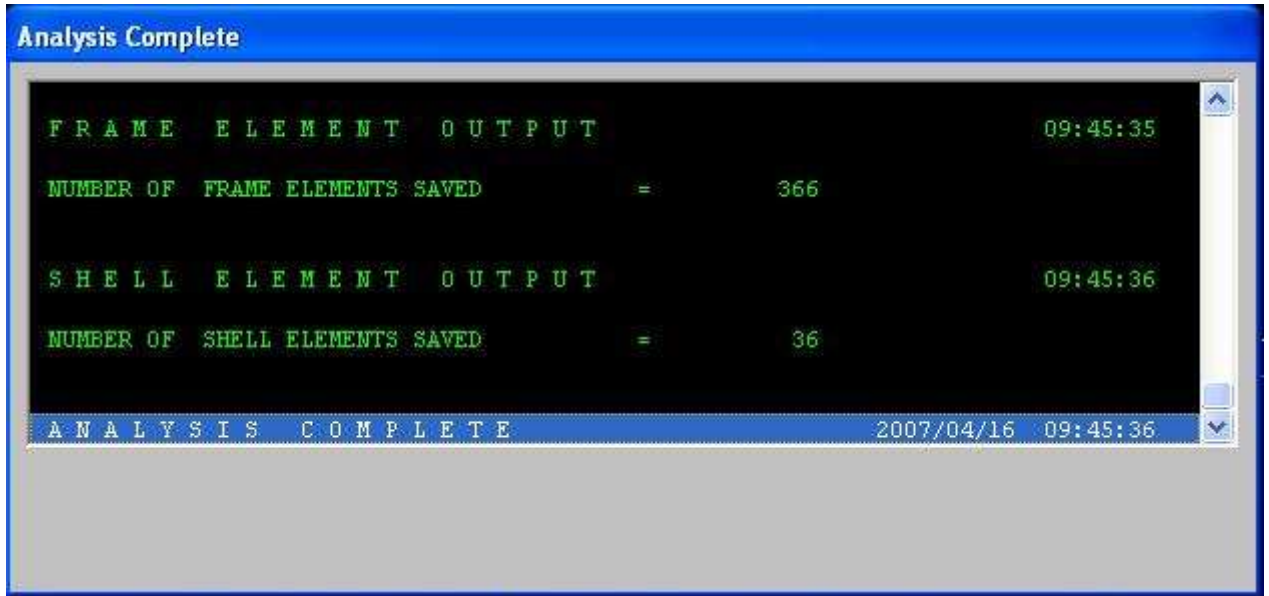
Cliquer sur *Add*

## 25) Analyse de la structure :

Menu >



Boit 59



Une fois l'analyse terminée la barre d'outil suivante apparaîtra pour afficher à l'écran les différents résultats.



Boit 60

	Model non déformé
	Affichage la déformation statique
	Affichage des formes modales
	Affichage des réactions aux appuis
	Affichage des diagrammes des différentes forces dans les barres
	Affichage des forces et contraintes des éléments Shell
	Affichage des tables de résultats pour chaque barre individuellement

## 26) Le ferrailage des poutres :

a. Définition du code : **Option > Preference > Concrete**



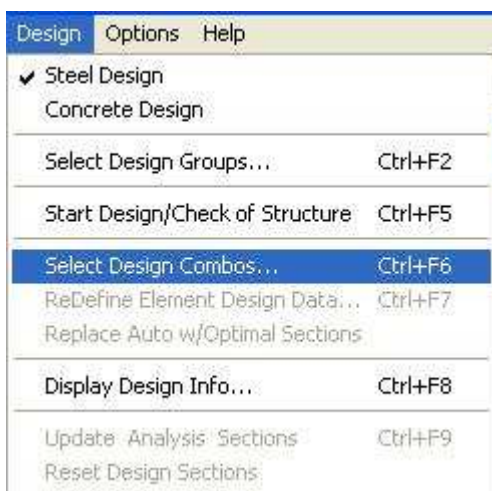
Boit 61



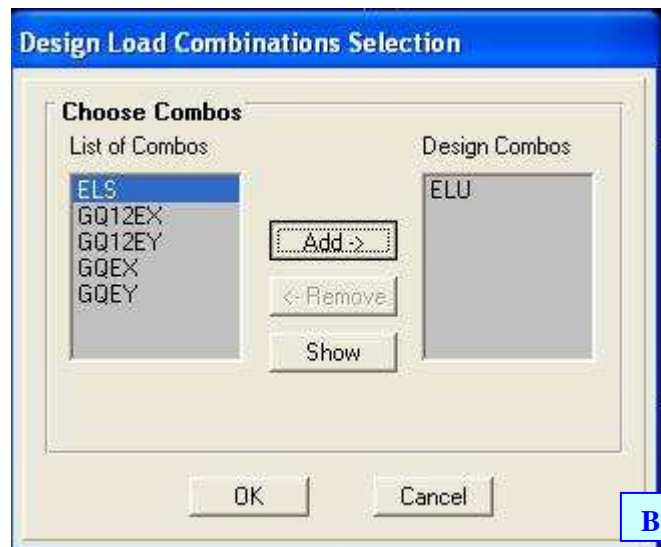
Boit 62

b. Sélection de la combinaison pour le ferrailage

**Design > Select Design Combos**



Boit 63

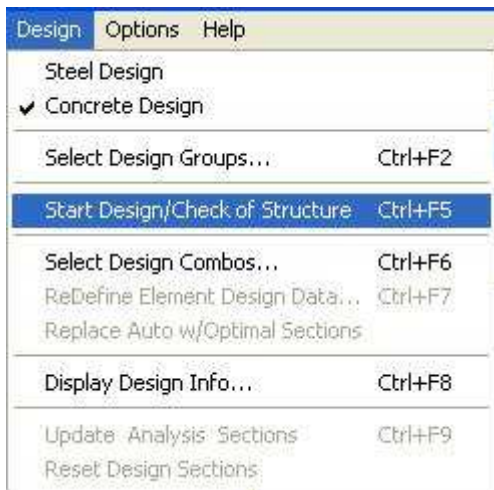


Boit 64

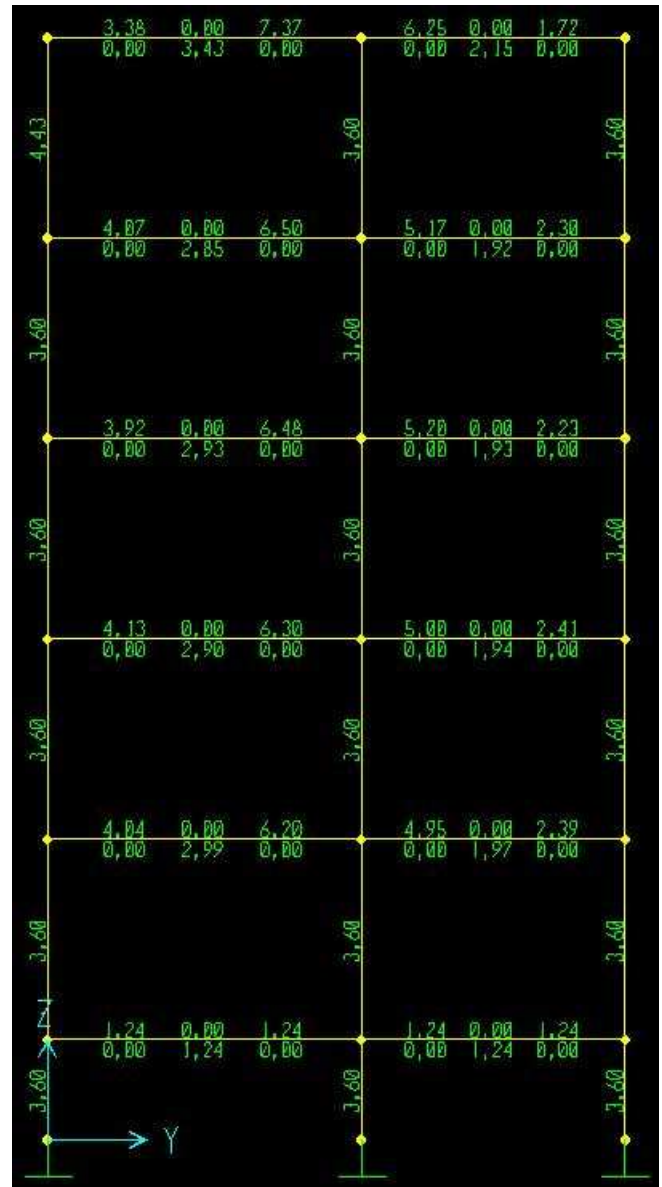
NB : Pour choisir la combinaison pour le ferrailage, cliquer sur **Add** pour ajouter dans **Design Combos** et **Remove** pour supprimer de **Design Combos** vers **Liste of Combos**

c Le ferrailage longitudinal des barres :

**Design > Start Design/check of structure**



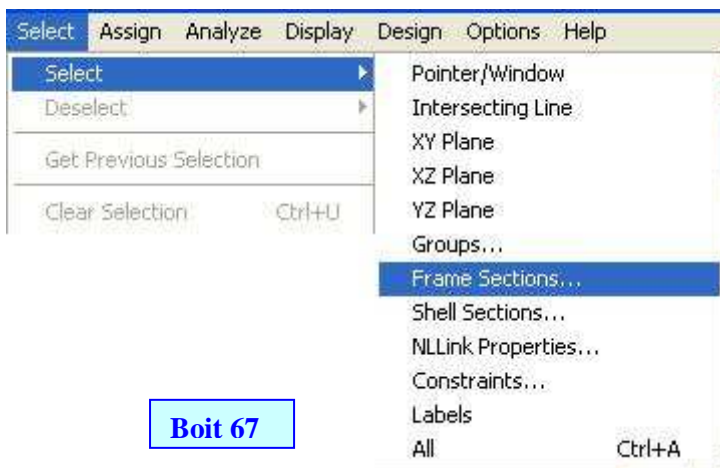
Boit 65



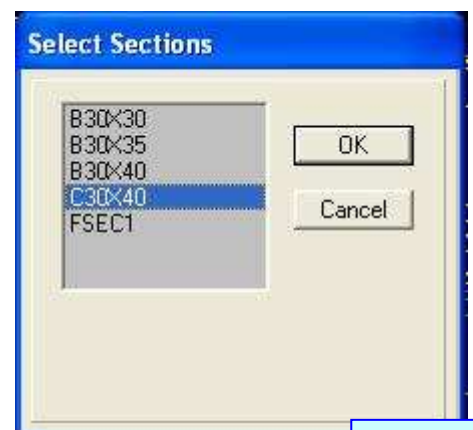
Boit 66

**27) Ferrailage des poteaux:**

1. Sélectionner les poteaux : **Select > Select > Frame section**

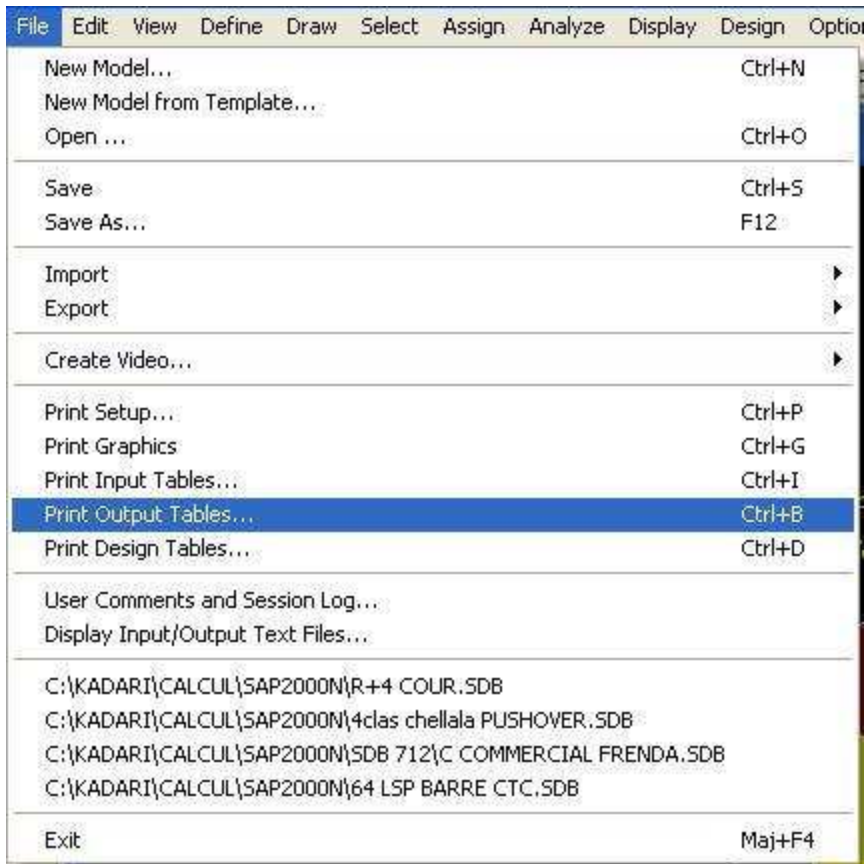


Boit 67

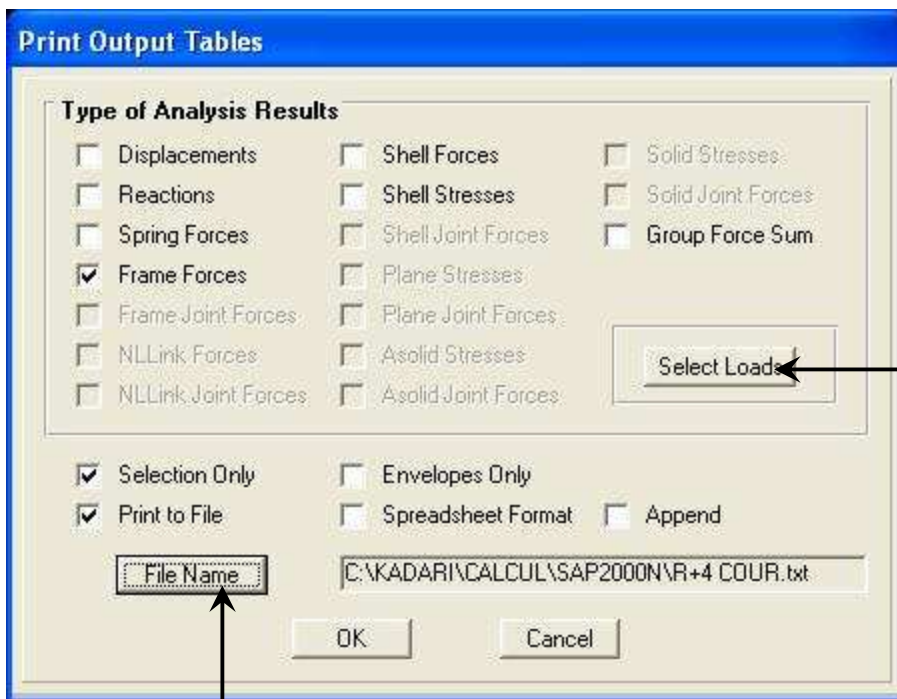


Boit 68

## 2. Créer un fichier \*.Txt pour les efforts des poteaux sélectionnes :

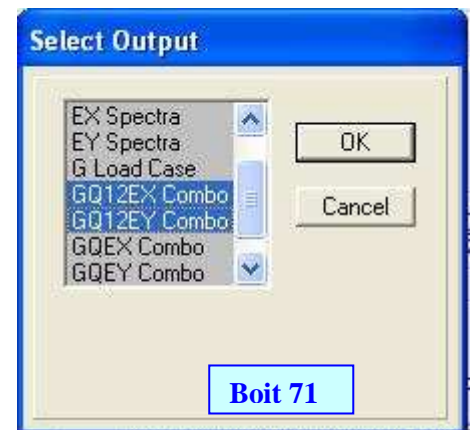


Boit 69



Boit 70

Indiquer le chemin et le nom du fichier



Boit 71

Sélectionner les combinaisons

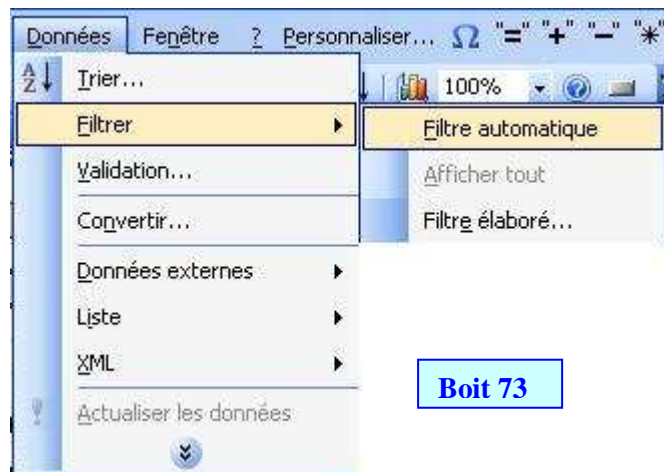
### 3. Ouvrir Excel : suivre la méthode indiquée de la **boite 37 à 42**

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3	n	
									01	
1	GQ12	EX MAX							02	
			0	-15,85	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	4,27E-01	3,78E-01	03
			7,50E-01	-15,62	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	1,55E-01	1,57E-01	04
			1,5	-15,4	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	-1,08E-01	-6,49E-02	05
1	GQ12	EX MIN								06
			0	-27,12	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,31E-01	-2,92E-01	07
			7,50E-01	-26,9	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,23E-01	-2,11E-01	08
			1,5	-26,67	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,26E-01	-1,30E-01	09
1	GQ12	EY MAX								10
			0	-19,27	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	4,33E-01	4,40E-02	11
			7,50E-01	-19,05	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	1,77E-01	-2,65E-02	12
			1,5	-18,82	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	-7,06E-02	-9,55E-02	13
1	GQ12	EY MIN								14
			0	-23,7	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,36E-01	4,25E-02	15
			7,50E-01	-23,47	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,46E-01	-2,75E-02	16
			1,5	-23,25	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,63E-01	-9,90E-02	17
										18
2	GQ12	EX MAX								19
			0	-14,86	2,74E-01	3,70E-01	9,62E-03	3,98E-01	4,55E-01	20
			1,5	-14,41	2,74E-01	3,70E-01	9,62E-03	-1,50E-01	4,48E-02	21
			3	-13,96	2,74E-01	3,70E-01	9,62E-03	-2,66E-01	9,40E-02	22

**Boite 72**

Fichier texte avec une colonne ajoutée contenant le numéro de ligne afin de faciliter le tri par filtre automatique

- Sélectionner les étiquettes des colonnes
- Menu > Données > Filtrer > Filtre automatique



**Boite 73**



B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3	n
1	GQ12	EX MAX							01
		0	-15,85	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	4,27E-01	3,78E-01	02
		7,50E-01	-15,62	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	1,55E-01	1,57E-01	03
		1,5	-15,4	2,96E-01	3,63E-01	1,76E-02	-1,08E-01	-6,49E-02	04
1	GQ12	EX MIN							05
		0	-27,12	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,31E-01	-2,92E-01	06
		7,50E-01	-26,9	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,23E-01	-2,11E-01	07
		1,5	-26,67	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E-03	-1,26E-01	-1,30E-01	08
1	GQ12	EY MAX							09
		0	-19,27	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	4,33E-01	4,40E-02	10
		7,50E-01	-19,05	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	1,77E-01	-2,65E-02	11
		1,5	-18,82	9,53E-02	3,43E-01	7,33E-03	-7,06E-02	-9,55E-02	12
1	GQ12	EY MIN							13
		0	-23,7	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,36E-01	4,25E-02	14
		7,50E-01	-23,47	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,46E-01	-2,75E-02	15
		1,5	-23,25	9,20E-02	1,06E-02	3,69E-03	-1,63E-01	-9,90E-02	16
									17

Boit 74

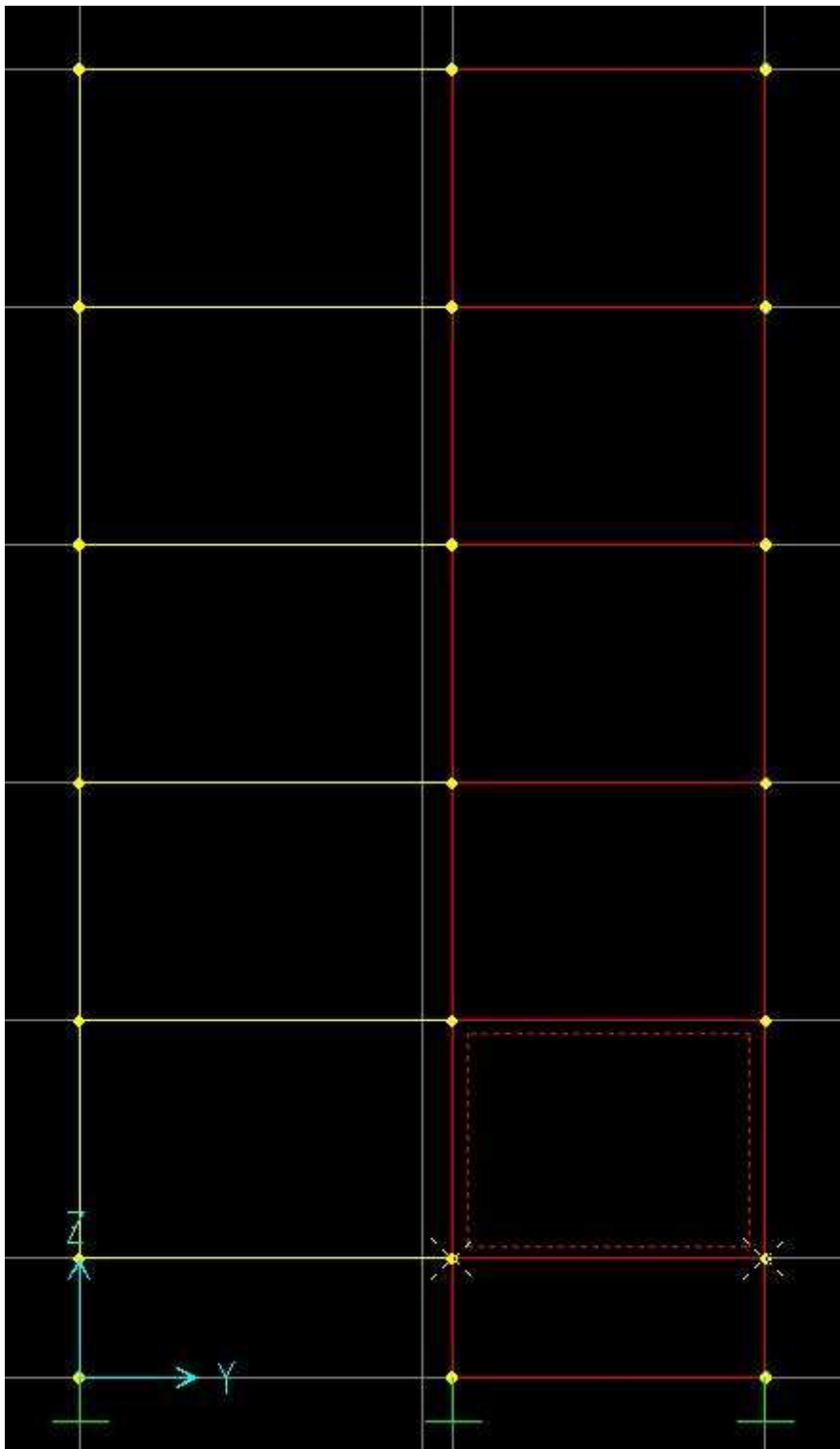
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3	n
1	GQ12	EX MAX					(Tous)		01
		0	-15,85	2,96E-01	3,63E-01	1,76E	(10 premiers...)	3,78E-01	02
		7,50E-01	-15,62	2,96E-01	3,63E-01	1,76E	(Personnalisé...)	1,57E-01	03
		1,5	-15,4	2,96E-01	3,63E-01	1,76E	-3,06	-6,49E-02	04
1	GQ12	EX MIN					-2,97		05
		0	-27,12	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E	-2,94	-2,92E-01	06
		7,50E-01	-26,9	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E	-2,68	-2,11E-01	07
		1,5	-26,67	-1,08E-01	-9,77E-03	-6,54E	-2,66	-1,30E-01	08
1	GQ12	EY MAX					-2,65		09
		0	-19,27	9,53E-02	3,43E-01	7,33E	-2,64	4,40E-02	10
		7,50E-01	-19,05	9,53E-02	3,43E-01	7,33E	-2,56	-2,65E-02	11
		1,5	-18,82	9,53E-02	3,43E-01	7,33E	-2,52	-9,55E-02	12
1	GQ12	EY MIN					-2,5		13
		0	-23,7	9,20E-02	1,06E-02	3,69E	-2,44	4,25E-02	14
		7,50E-01	-23,47	9,20E-02	1,06E-02	3,69E	-2,41	-2,75E-02	15
		1,5	-23,25	9,20E-02	1,06E-02	3,69E	-2,4	-9,90E-02	16
							-2,31		17

Boit 75

- Ouvrir les petites flèches de chaque colonne les données se classent automatiquement dans l'ordre croissant.
- Déduire les moments et leurs efforts normaux et calculer le ferrailage des poteaux en flexion composée

**28)** Ferrailage des voiles :

1. Sélectionner un voile du R.D.C + 2 nœuds

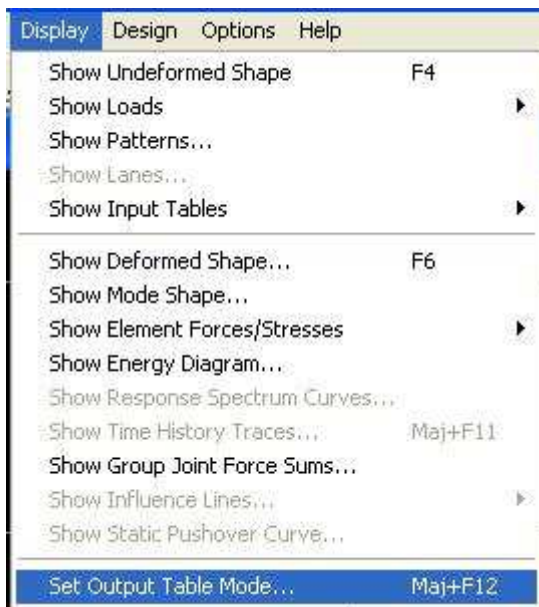


## 2. Assign > Group name

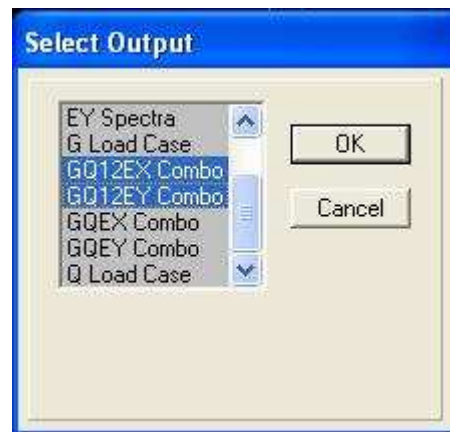


Boit 77

## 3. Display > Set Output Table Mode



Boit 78



Boit 79

## 4. Display > Show Group Joint Force Sums ...



Boit 80



Boit 81

GROUP JOINT FORCE SUMMATION							
GROUP	LOAD	F-X	F-Y	F-Z	M-X	M-Y	M-Z
VY (Sum at X=12,55 Y=6,675 Z=1,5)							
	GQ12EX MAX	0,399	-0,896	94,260	6,412	0,615	6,089E-02
	GQ12EX MIN	-0,269	-3,772	93,158	-9,136	-0,480	-1,396E-02
	GQ12EY MAX	6,659E-02	11,548	94,957	56,699	6,995E-02	4,560E-02
	GQ12EY MIN	6,379E-02	-16,216	92,462	-59,423	6,430E-02	1,329E-03

Boit 82

- F-X / F-Y : efforts tranchants (suivant le sens du voile)
- F-Z : effort normal.
- M-X / M-Y : moments P/R à X/Y

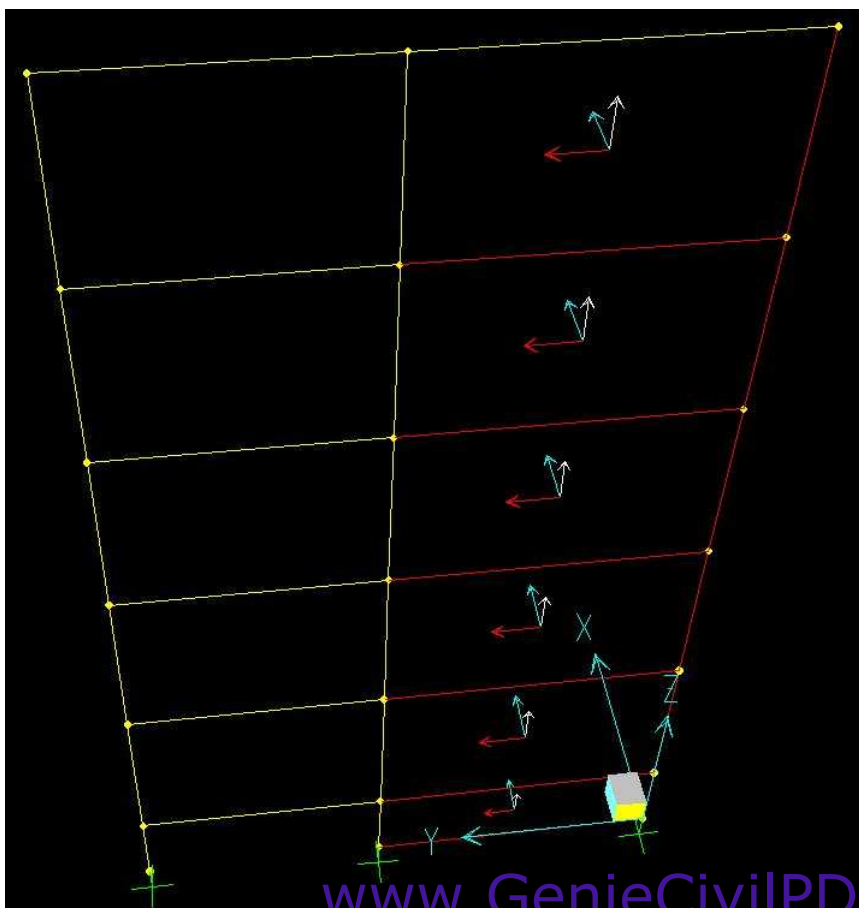
D'où le calcul du ferrailage se fait pour une section B x H avec B est l'épaisseur du voile avec les données suivant (M et N)

- $N = (F-Z)$
- $M = (M-X) + [(F-Y) \times Z]$

### FIN DE L'EXEMPLE

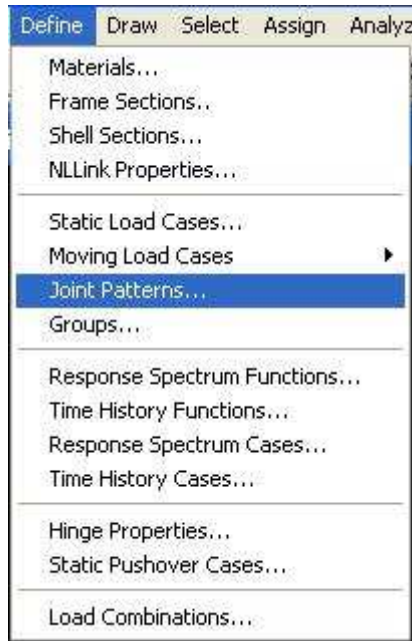
#### 29) Assignment des pressions aux voiles:

1. Vérifier l'orientation des axes locaux des voiles

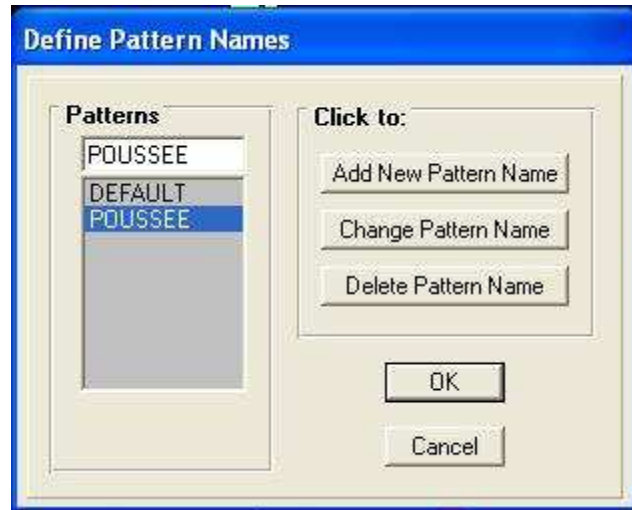


Remarque : l'axe local bleu (axe 2) est dans le sens + des pressions.

## 2. **Define > joint patterns.**



Boit 84



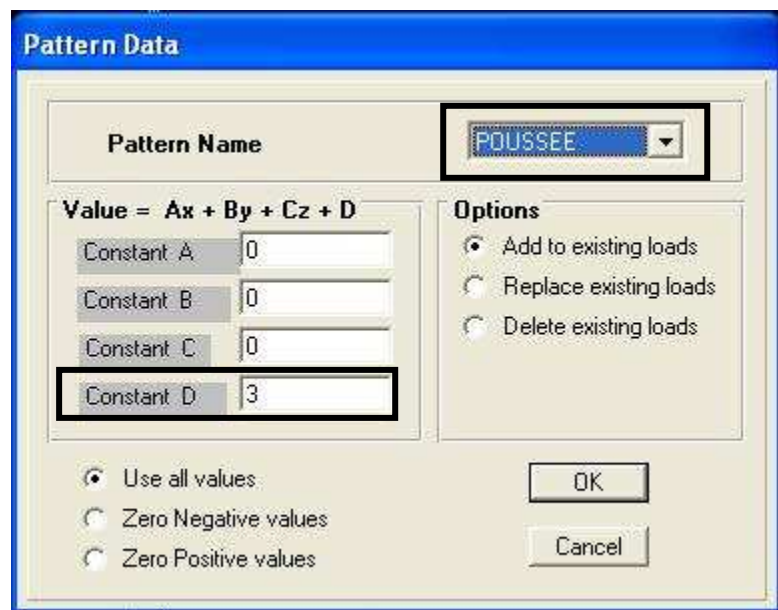
Boit 85

Remarque : le nom « POUSSEE » indique la poussée des terres (charges + surcharges) qui est trapézoïdal de petite base 2tn et de grande base 3tn.

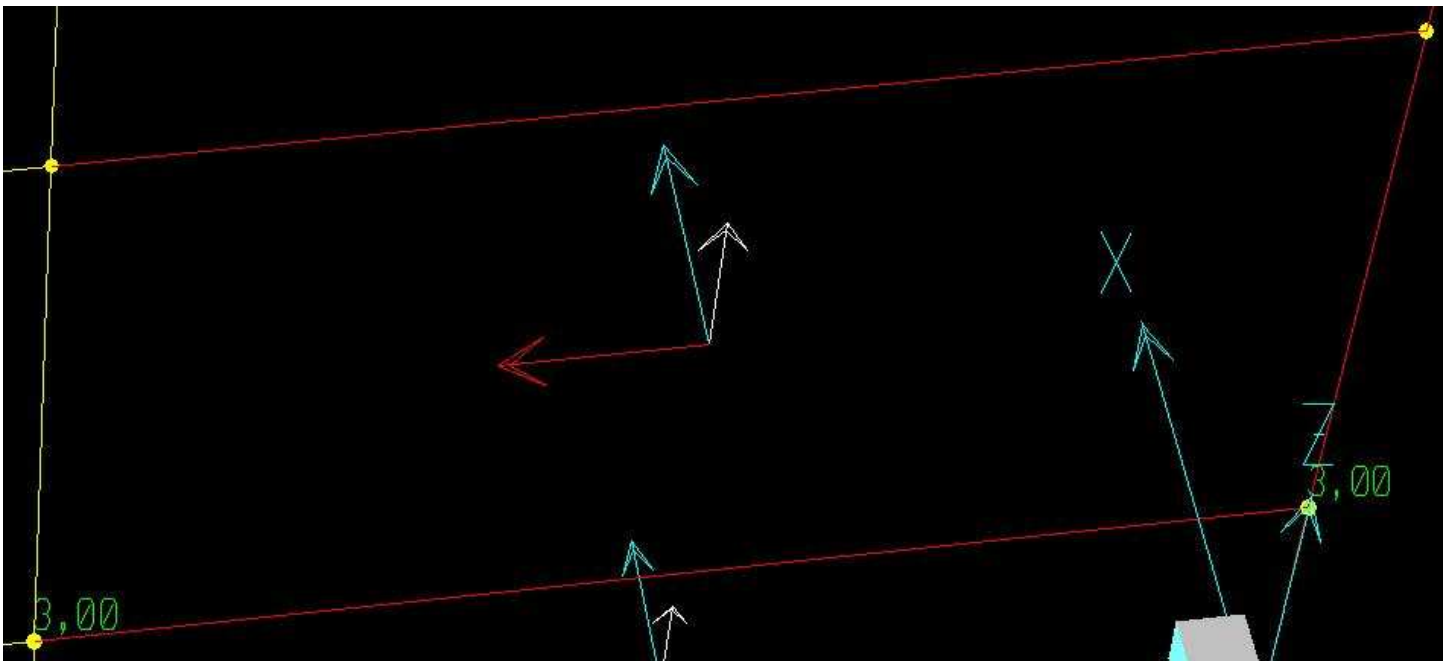
## 3. On prend l'exemple du voile du R-D-C : et on sélectionne les deux nœuds du bas. **Assign > joint Patterns**



Boit 86

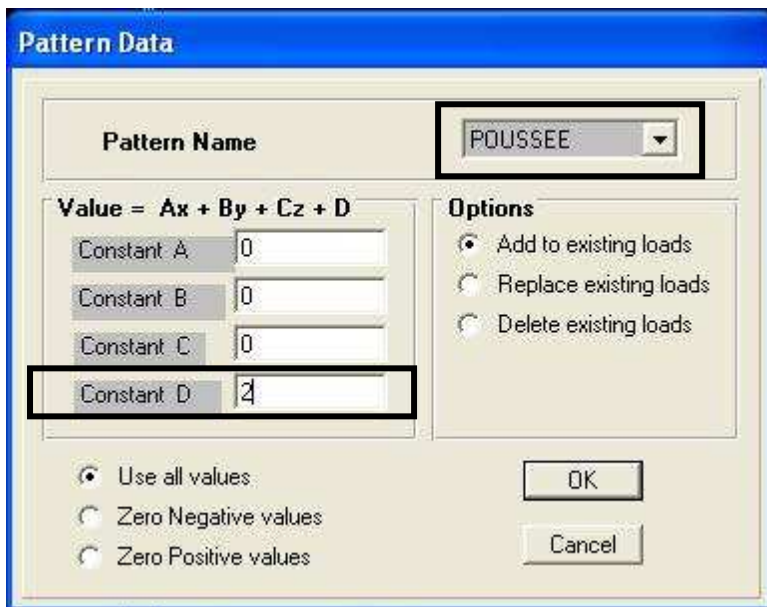


Boit 87

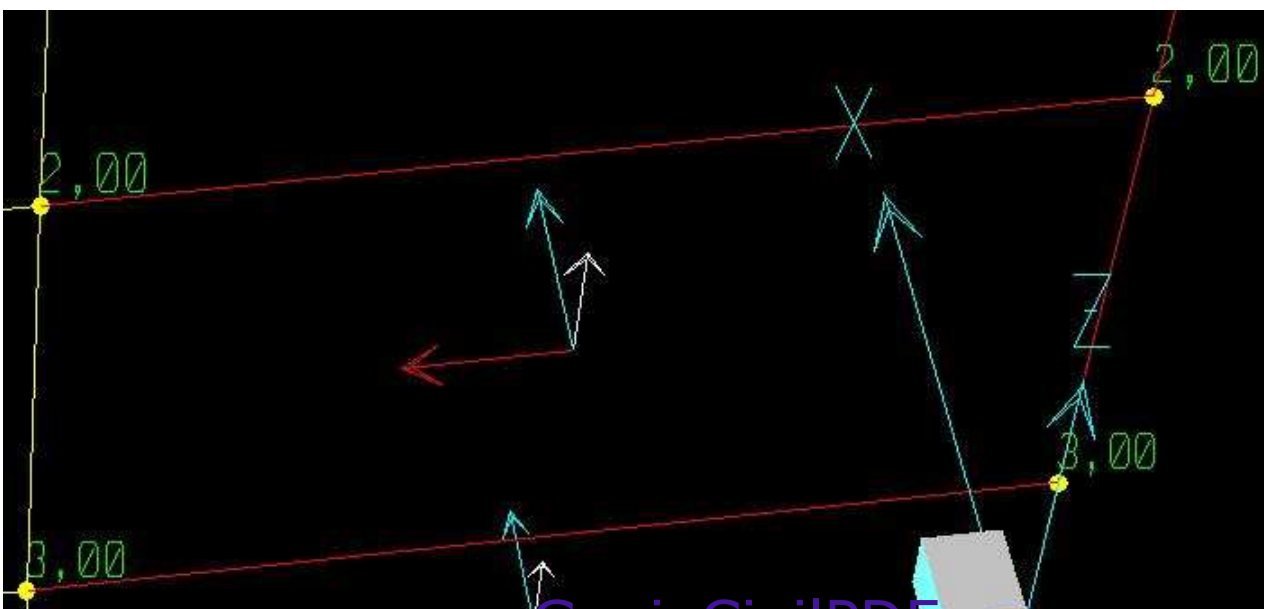


4. Sélectionner les deux joints du haut. **Assign > joint Patterns**

Boit 88

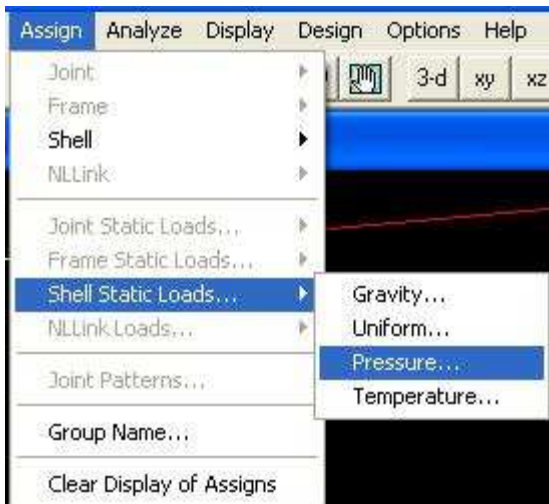


Boit 89

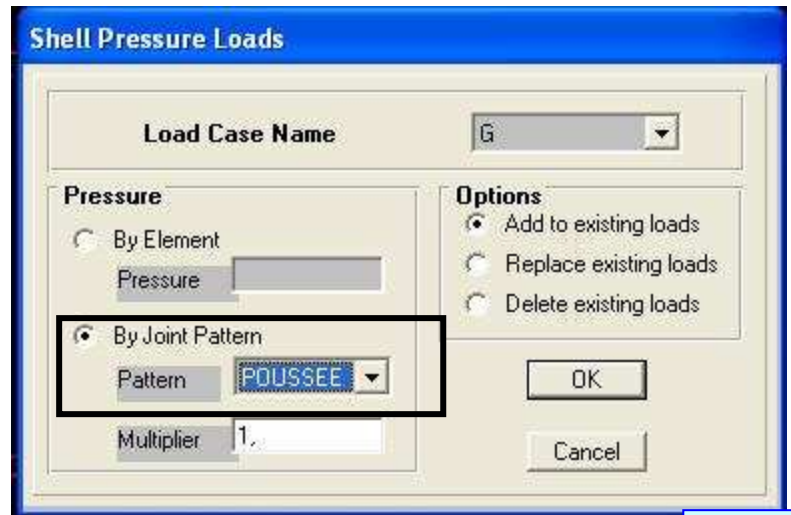


Boit 90

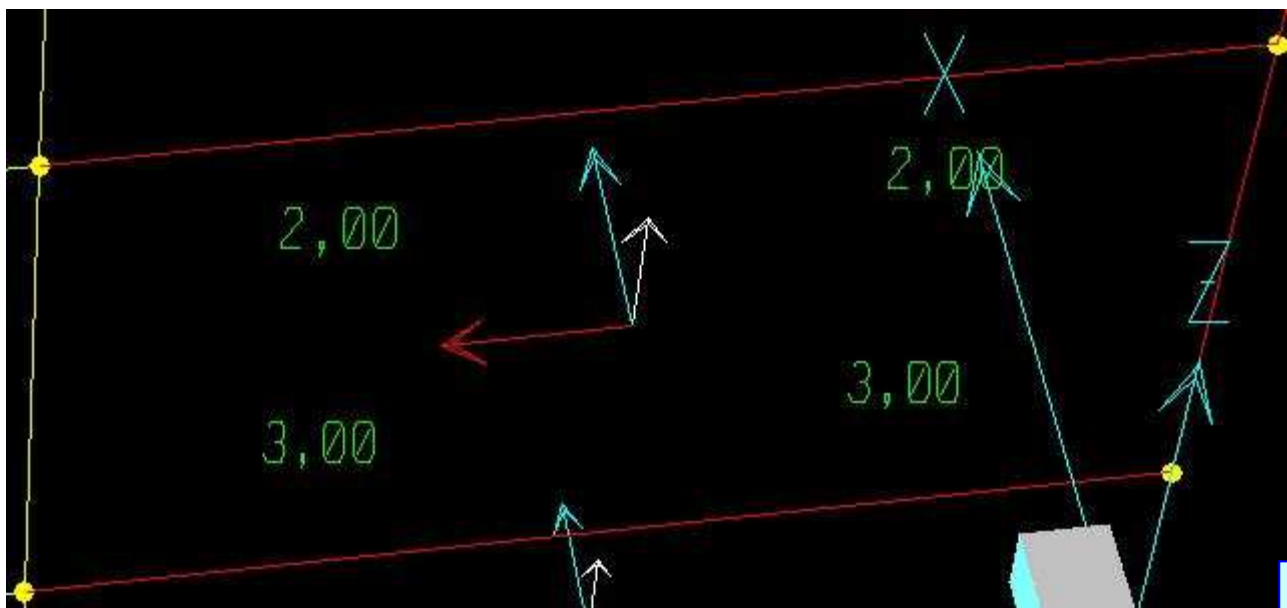
5. Sélectionner le voile. **Assign > Shell Static Load > Pressure**



Boit 91



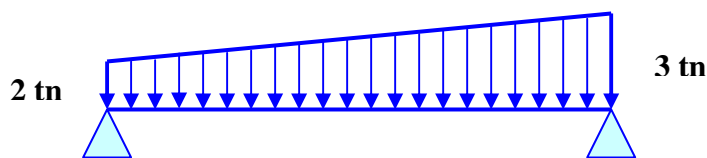
Boit 92



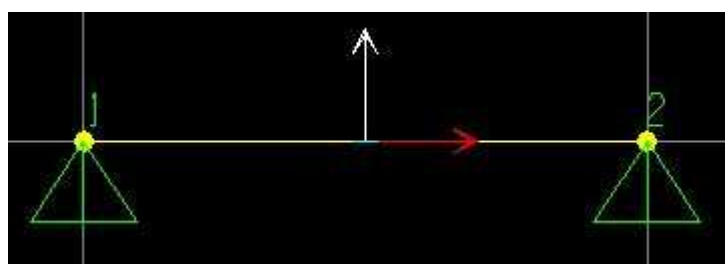
Boit 93

30) Les autres cas de charges :

1. Charge répartie trapézoïdale :

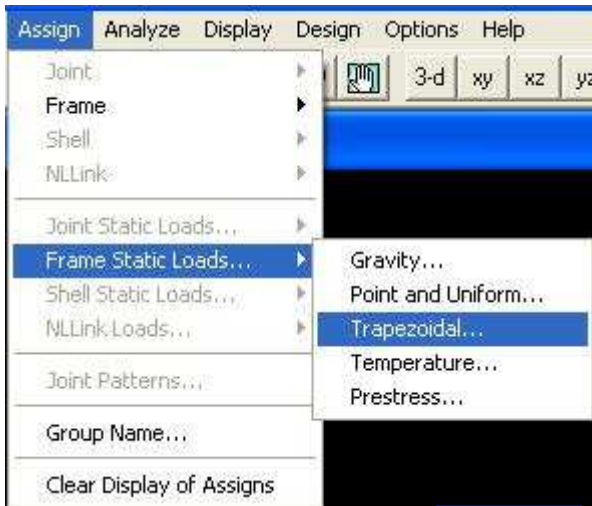


- Afficher les axes locaux des barres ou bien les numéros de nœuds de façons à savoir respectivement le nœud (I) et le nœud (J)

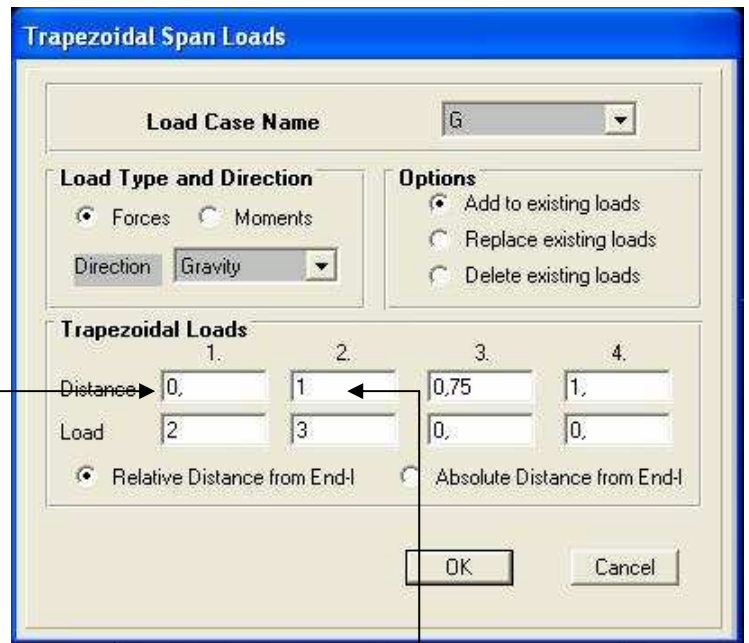


Boit 94

- Sélectionner la barre ; **Assign frame static loads > Trapezoidal**



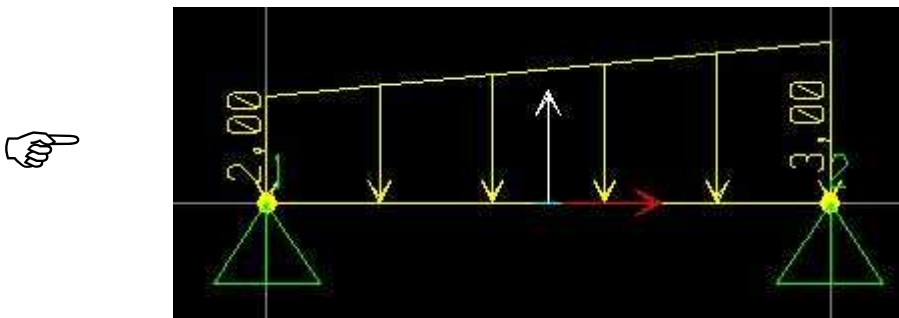
Boit 95



Boit 96

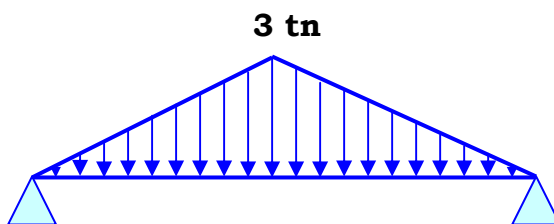
Début de la barre nœud **I**

Fin de la barre nœud **J**



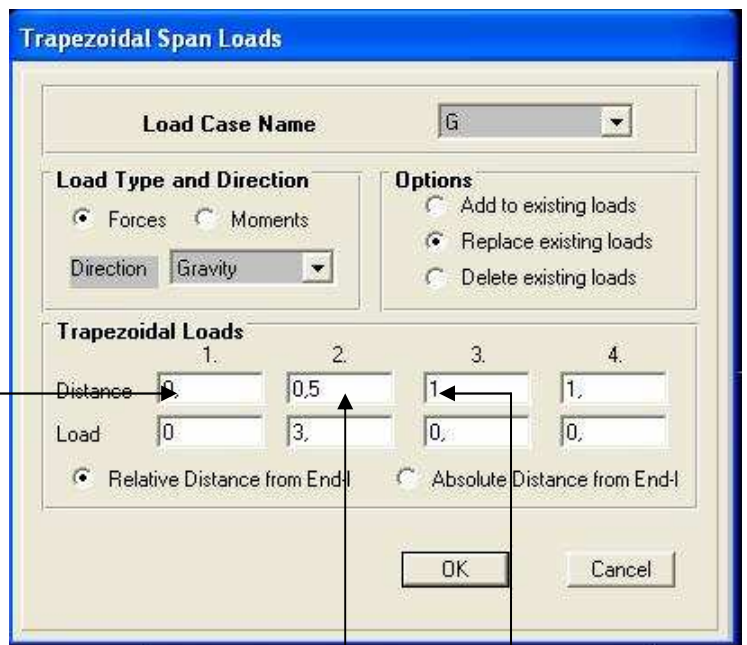
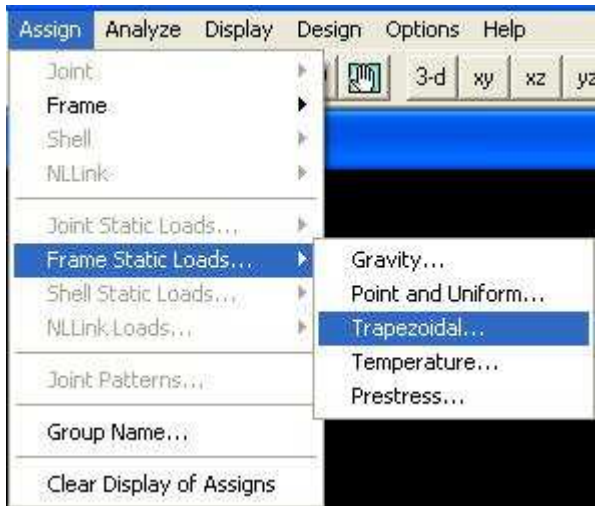
Boit 97

## 2. Charge répartie triangulaire :



- Afficher les axes locaux des barres ou bien les numéros de nœuds de façons à savoir respectivement le nœud (**I**) et le nœud (**J**)
- Sélectionner la barre ; **Assign frame static loads > Trapezoidal**





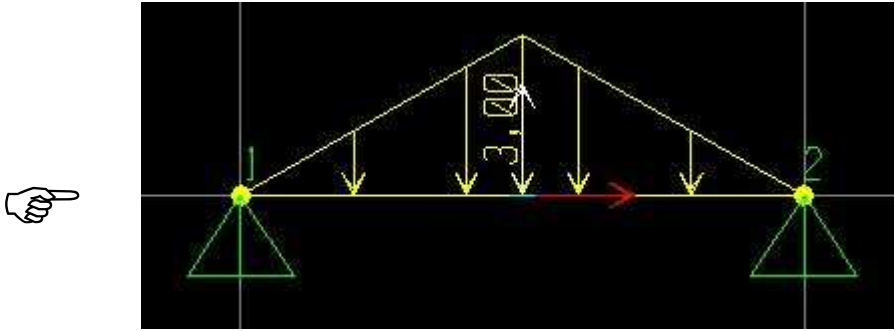
Boit 98

Boit 99

Début de la barre nœud I

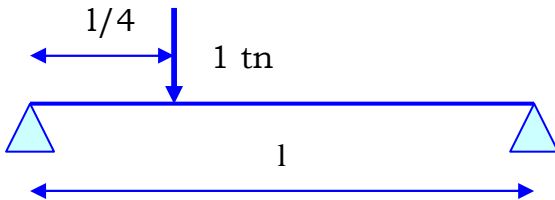
Milieu de la barre

Fin de la barre nœud J

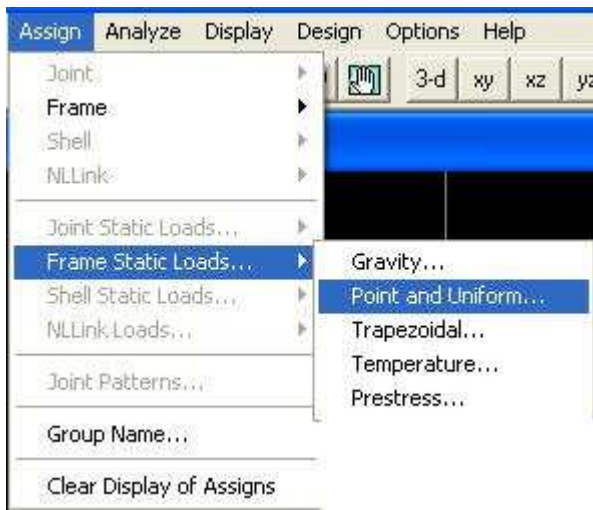


Boit 100

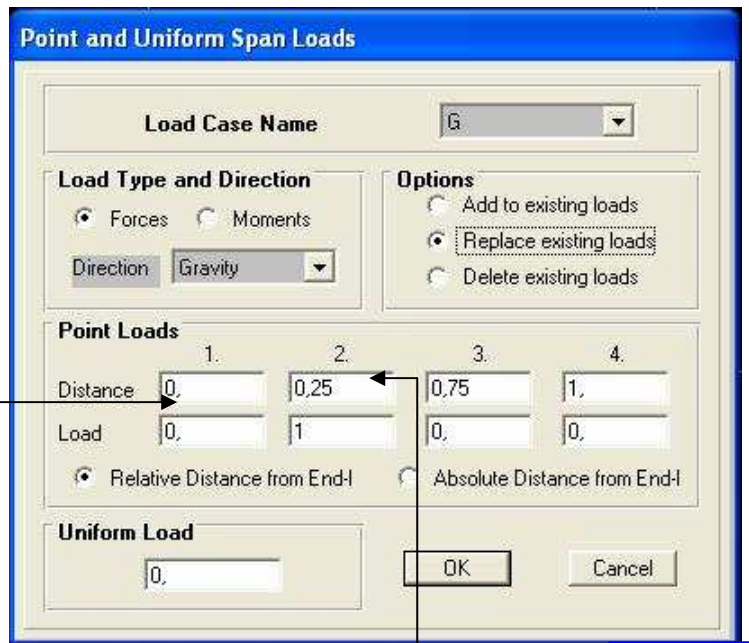
3. Charge concentrée dans une barre :



- Sélectionner la barre ; **Assign frame static loads > Point and uniform...**



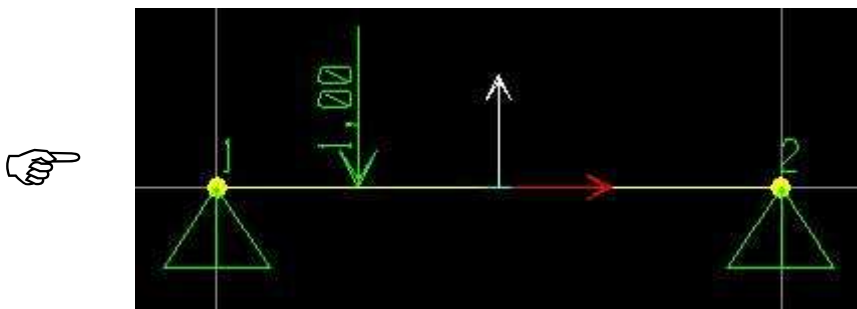
Boit 101



Boit 102

Début de la barre nœud I

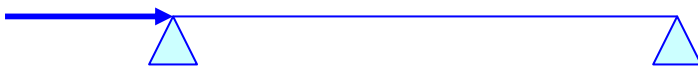
A 1/4 de l de la barre



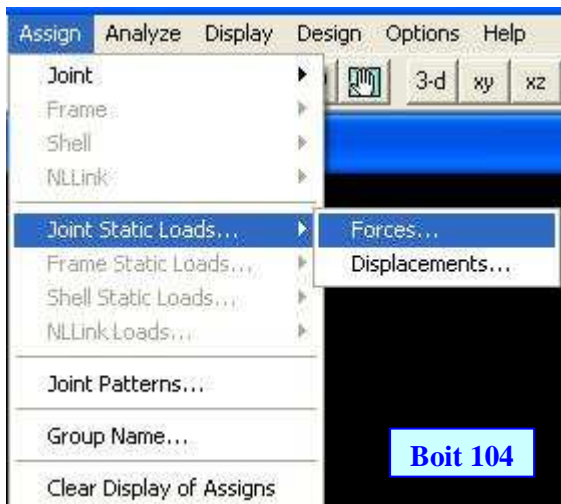
Boit 103

4. Charge concentrée dans un nœud (exemple sens X)

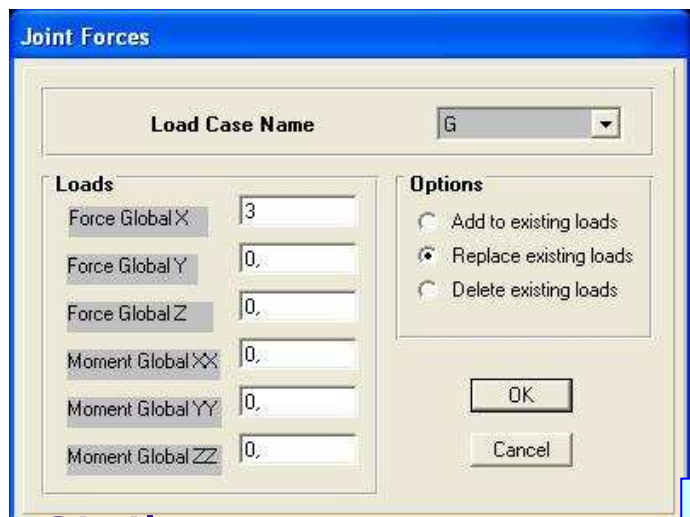
6 tn



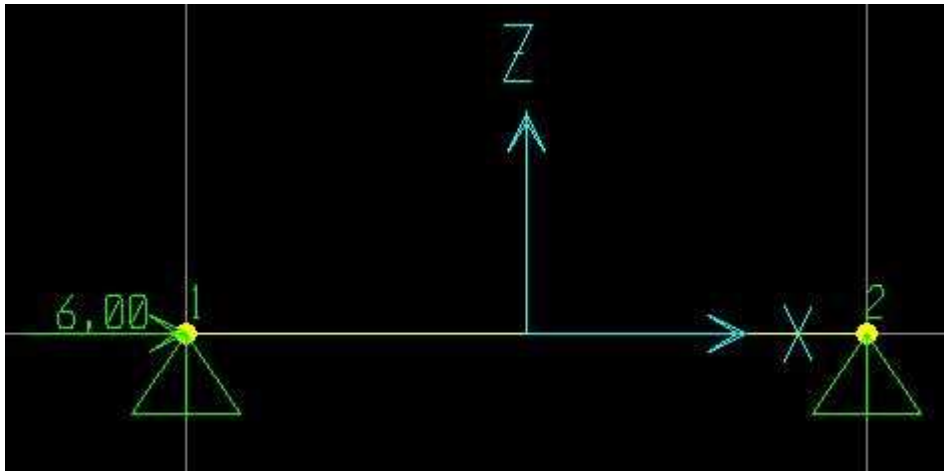
- Sélectionner le joint ; Assign joint Static Load > forces



Boit 104



Boit 105



Boit 106