



Université 08 Mai 1945 - Guelma

Département de Génie Civil et d'Hydraulique

# Conception Assistée Par Ordinateur –C.A.O-

3<sup>ème</sup> Année Licence génie civil

Dr. LAFIFI B.

## Chapitre 2: Prise en main du logiciel;

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

3

### II.1 Lancement du logiciel Robot Structural Analysis

Au démarrage du logiciel, la fenêtre suivante apparaît pour sélectionner le type de structure ou l'élément qu'on veut étudier.

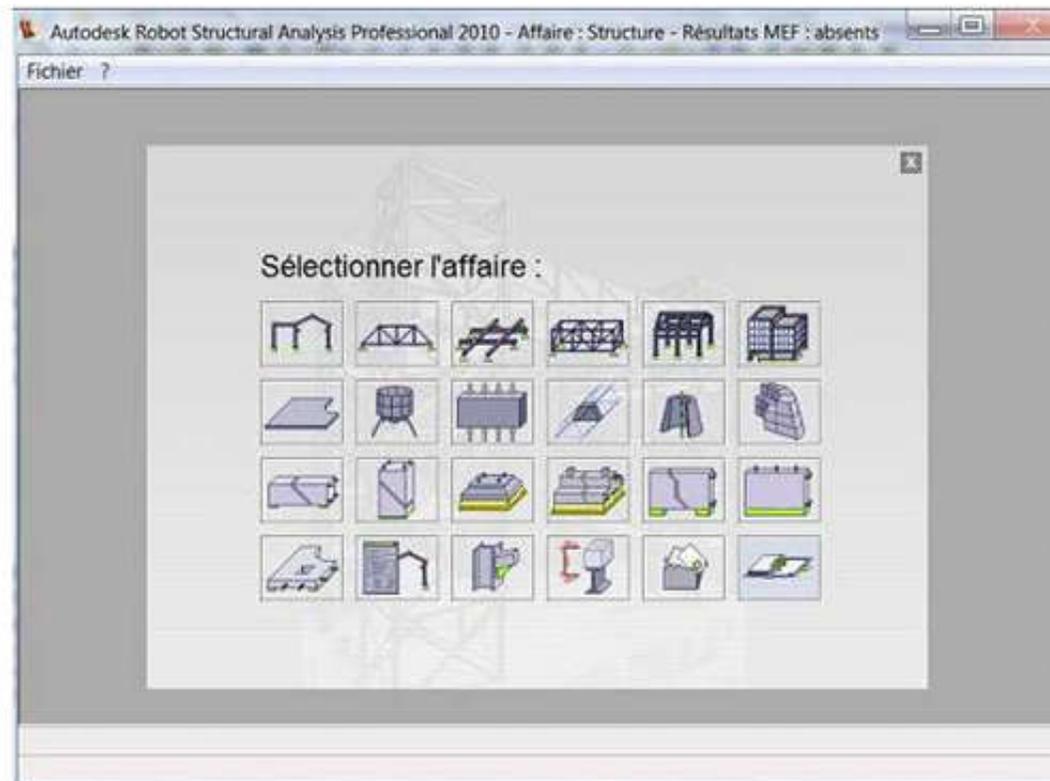


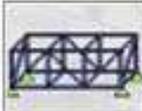
Figure I.1 : Différentes applications du logiciel RSA 2010.

Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

4

Pour faciliter la modélisation ils ont mis plusieurs modules à choisir 2D ou 3D comme Portiques.

-  **Etude d'un portique plan.**
-  **Etude d'un treillis spatial.**
-  **Etude d'une coque.**
-  **Conception d'un bâtiment.**

On peut à tous moment faire apparaître cette fenêtre en cliquant sur le menu sur Fichier ► Nouvelle affaire et on va sélectionner le module qui facilite la modélisation des voiles et des dalles pleines.

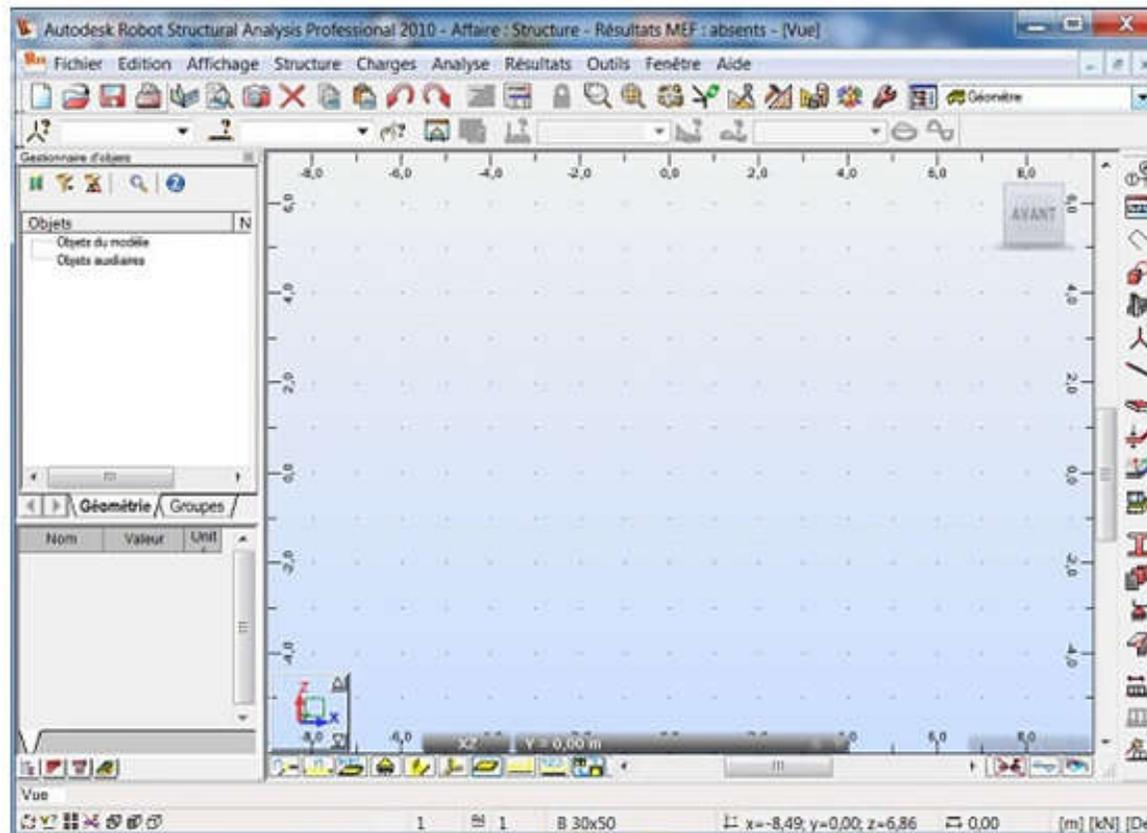
-  **Etude d'une coque.**

Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

5

La fenêtre principale apparaît qui contient le menu et les barres d'outils par défaut en haut et en bas et sur la droite et la fenêtre du gestionnaire des objets sur la gauche.  
On verra par la suite comment personnaliser le bureau par défaut et les barres d'outils



Dr. LAFIFI B.

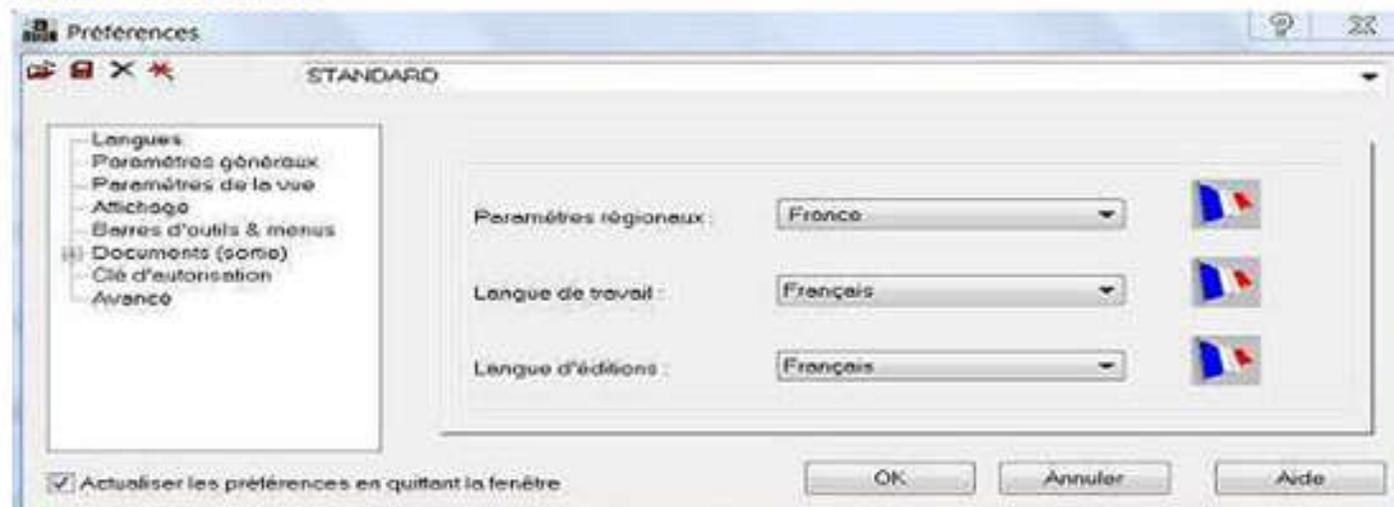
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

6

### II.2 Réglage des préférences et des préférences de l'affaire

Pour régler les préférences (langue, affichage,... ) et préférences de l'affaire (unités et formats, matériaux, catalogues, normes de conception,... ) on clique sur le menu :

Outils ► Préférences



Par cette fenêtre on peut changer par exemple la langue de travail du français vers anglais,

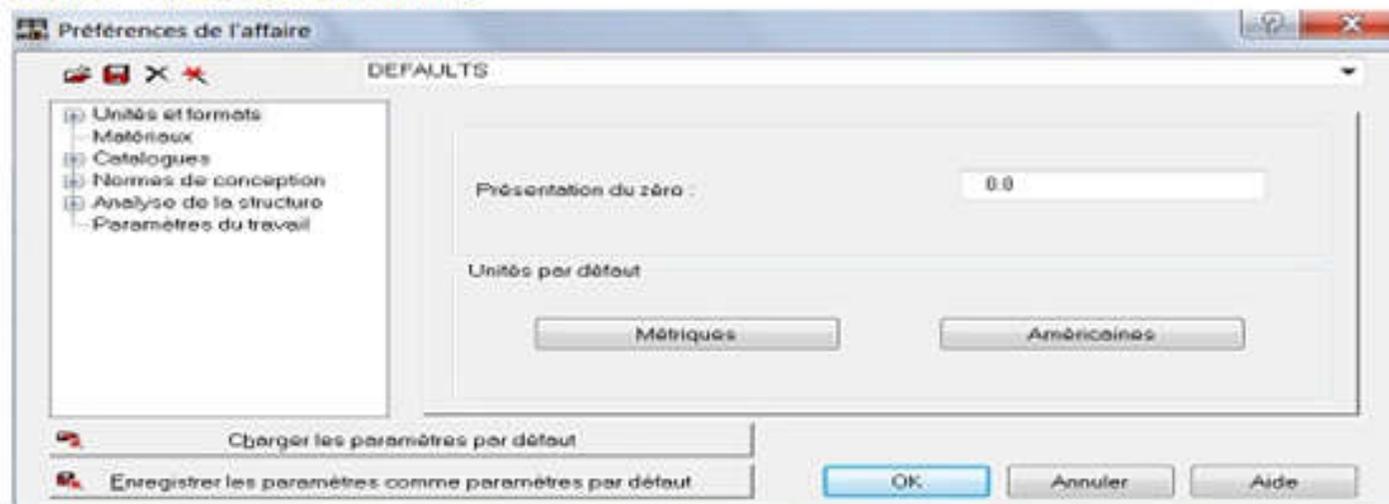
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

7

On peut changer la couleur de l'arrière plan en cliquant sur Affichage.



### Outils ► Préférences de l'affaire

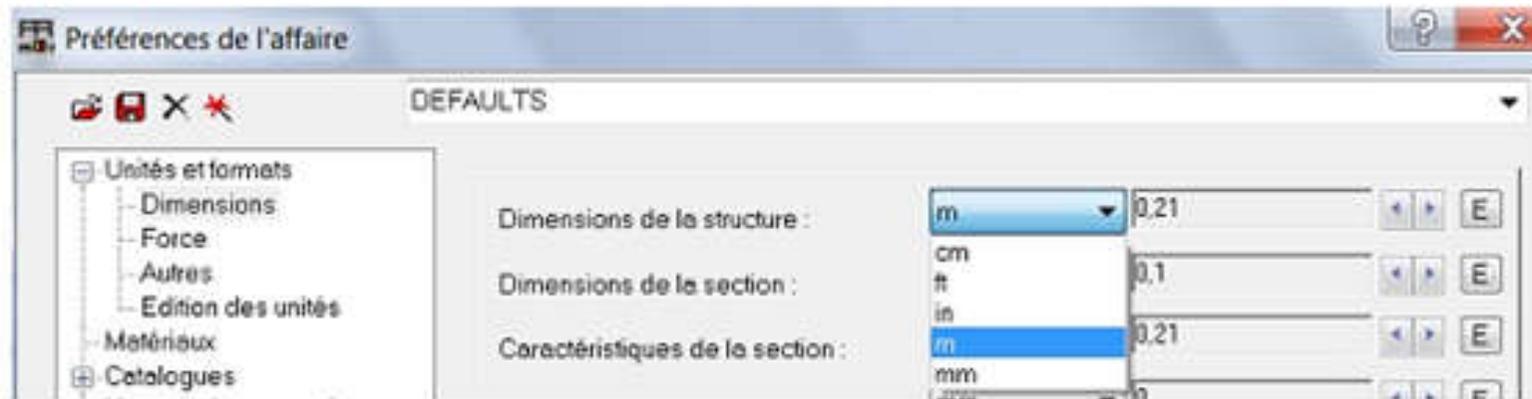


## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

8

### II.2.1 Unités et formats

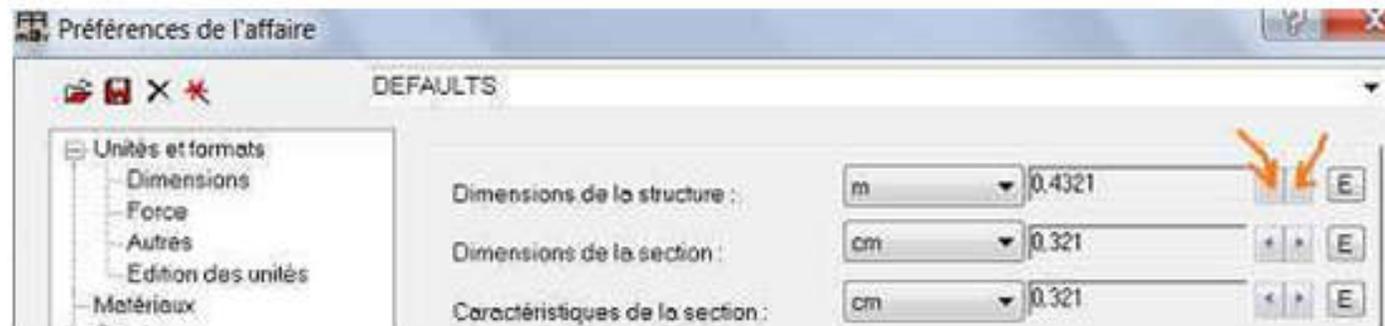
Par cette fenêtre on peut modifier les unités des dimensions, des efforts, angles et déplacement ...



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

9

On peut modifier aussi le nombre de chiffre à prendre après la virgule pour les décimales en cliquant sur les flèches :

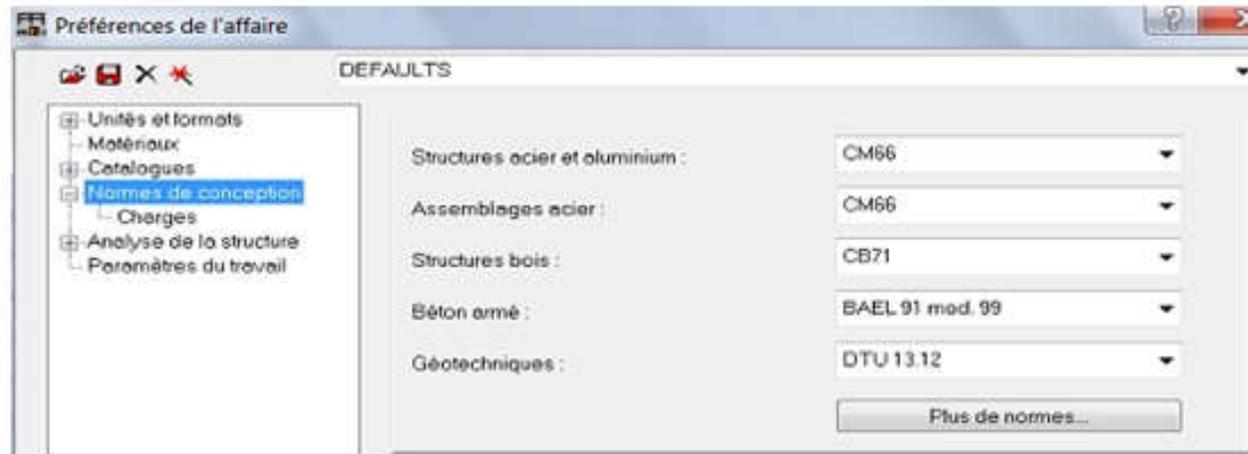


### II.2.2 Normes de conception

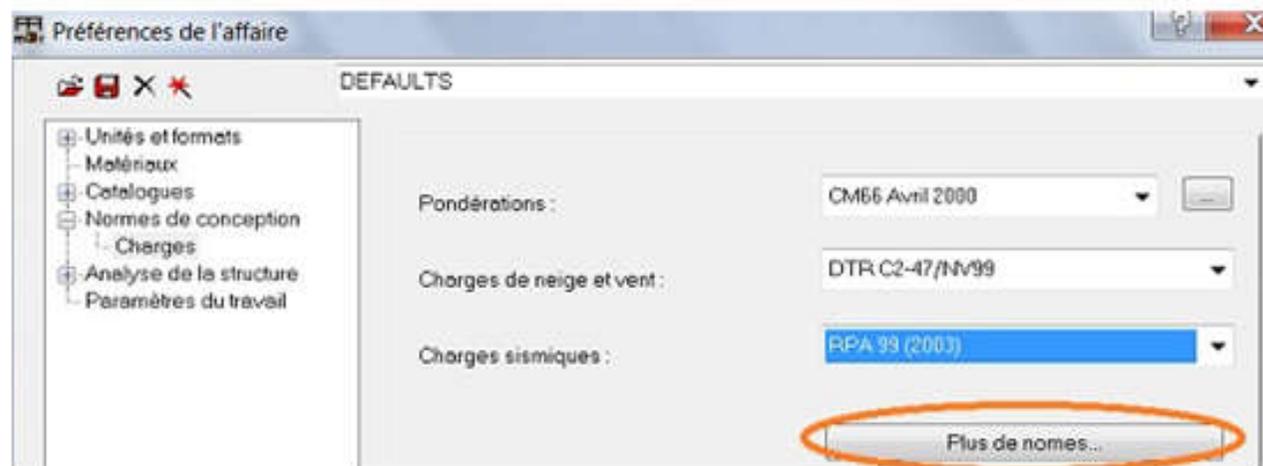
Robot contient plusieurs règlements et on peut choisir la norme utilisée dans notre pays par le menu déroulant :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

10



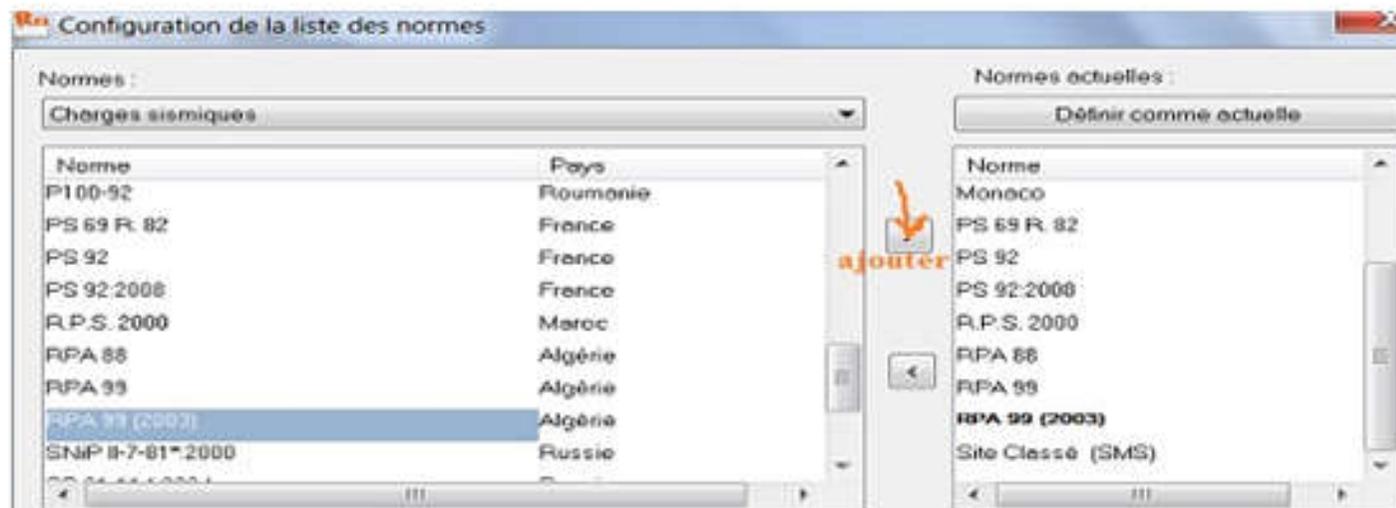
La même chose pour les charges sismiques et climatiques :



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

11

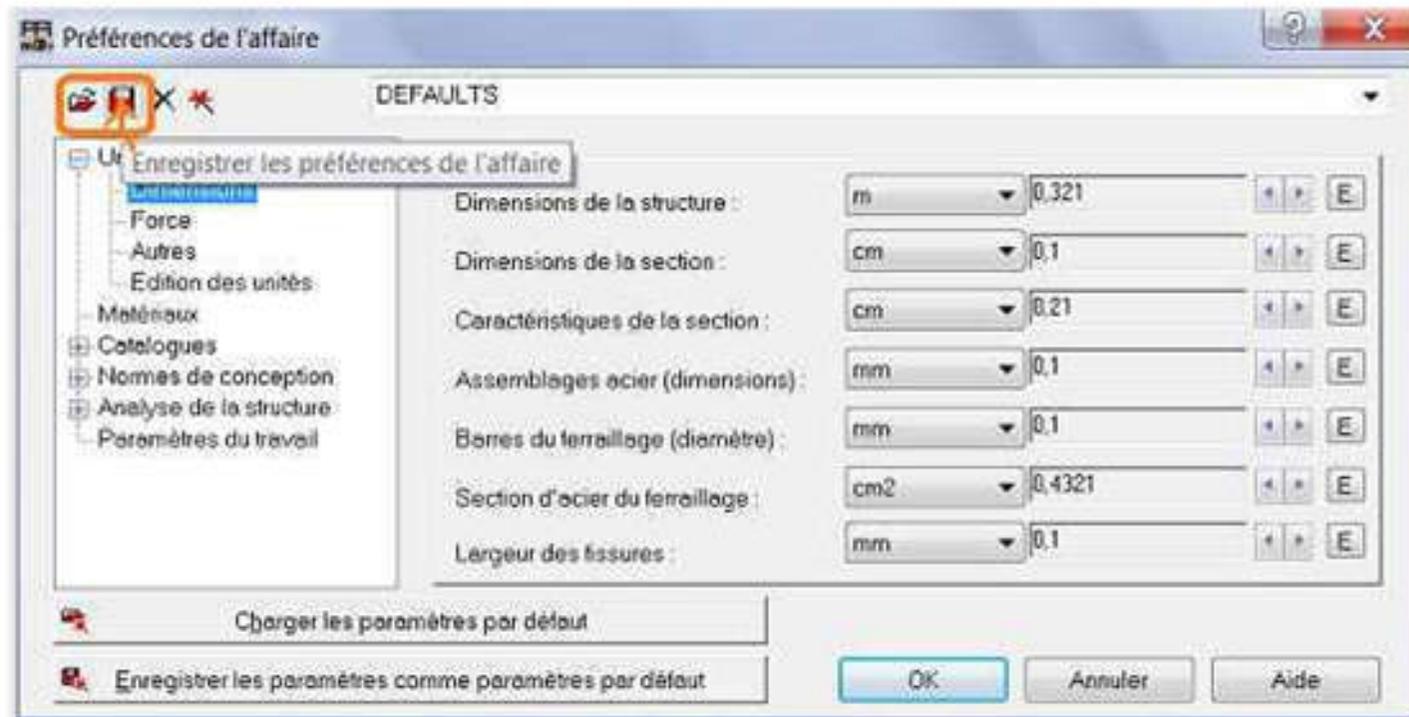
Si la norme qu'on cherche non pas dans le menu déroulant on peut l'ajouter de la liste des normes dans le menu en cliquant sur plus de normes :



**Remarque :** le réglage des préférences se fait une seule fois lorsqu'on commence le projet, et si on a plusieurs types de projet et que chaque type a ses propres préférences (unités, normes, ...); avec Robot on peut définir plusieurs préférences et enregistrer chaque préférence dans un fichier et si on veut utiliser telle ou telle préférence on a qu'à ouvrir le fichier correspondant à la préférence voulue.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

12



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

### II.3 Modélisation des structures par le logiciel RSA

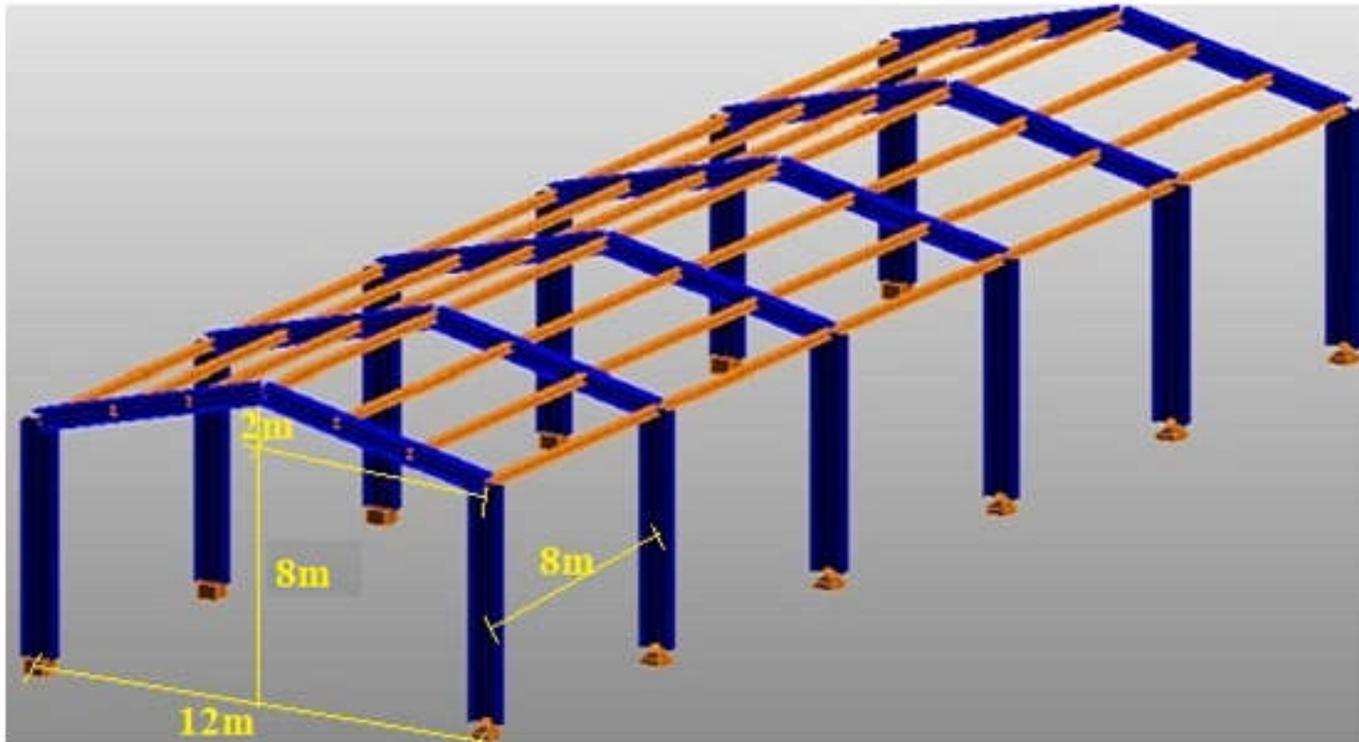
La représentation d'une structure réelle, quel soit en béton ou en charpente, par un modèle numérique en utilisant le logiciel Robot 2010 nécessite :

- La définition des lignes de construction de la structure suivant les trois directions ;
- La définition des sections des éléments qui constituent la structure (éléments barres ou panneaux) ;
- La représentation et le dessin de la structure graphiquement par les éléments définis ;
- La définition des appuis dans la structure ;
- La définition des cas de charge et des combinaisons et application des charges sur la structure.

Dans ce qui suit, vous trouvez les étapes à suivre pour faire la modélisation d'une structure par Robot 2010 et on a pris comme exemple une structure métallique simple à modéliser, la structure est présentée sur la figure suivante :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

14



### II.3.1 Lignes de construction

Les lignes de construction ou le grillage de la structure représentent les axes des éléments de la structure à modéliser selon les 3 directions X, Y, Z et les extrémités des éléments et les bords des faces de la structure.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

Sur ces lignes et les croisements de lignes on peut par la suite dessiner les barres, les poutres, ... et les accrocher bout à bout facilement. Pour cela on a besoin des dimensions de la structure (longueur, largeur, hauteur) et tout le détail des espacements et des dimensions des éléments de la structure et donc le plan détaillé de la structure.

Notre exemple est une structure métallique constituée de 6 portiques identiques parallèles liés par des pannes dont les dimensions sont :

- hauteur de la structure = 10m
- hauteur poteaux = 8m
- longueur de la structure = 40m
- espacement entre les poteaux 12m et entre les portiques 8m

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

16

Au démarrage du logiciel Robot 2010 on sélectionne le module  **Etude d'un portique spatial**

La fenêtre principale s'affiche et on commence de dessiner les lignes de construction par la commande  la première icône de la barre d'outils qui se trouve sur la droite de la fenêtre.

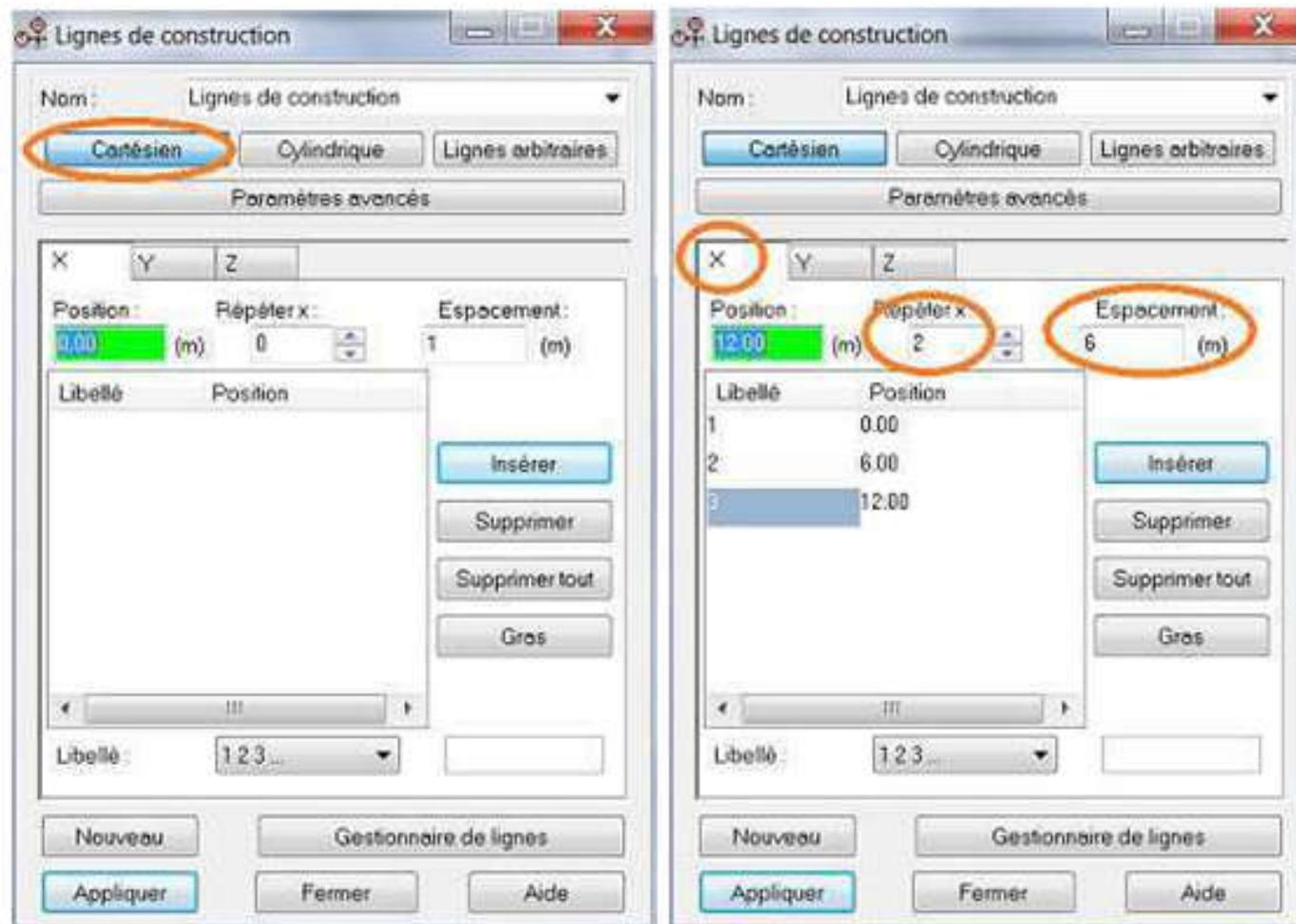


Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

17

En cliquant sur cette icone la boite de dialogue suivante s'ouvre :



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

18

On utilise les coordonnées cartésiennes X, Y, Z dans le champ **Position** on saisit la valeur de la distance de l'axe qu'on veut dessiner à partir d'un axe de référence 0 m

Dans le champ **Répéter x** et **Espacement** on laisse 0 et 1 m si on a pas un entraxe identique des éléments

et par exemple dans notre cas suivant la direction Y on a un espacement de 8m entre 6 portiques donc 5x8m dans le champ **Répéter x** on met 5 et dans le champ **espacement** on met 8

On fait cette opération pour les trois axes (X, Y et Z)

Pour notre exemple on doit insérer la série des valeurs suivante :

**suivant X : 0, 6, 12 m**

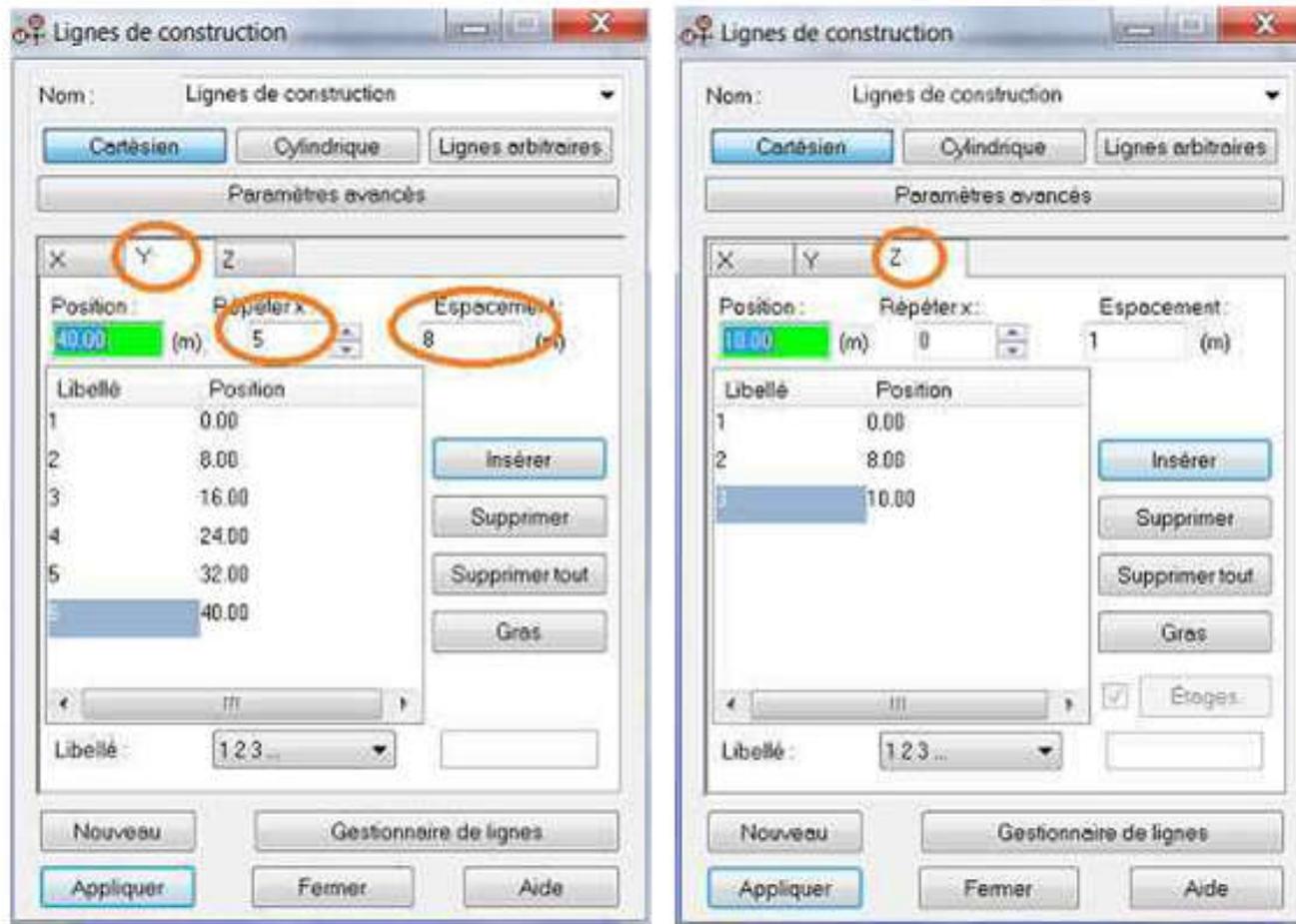
**suivant Y : 0, 8, 16, 24, 32, 40 m**

**suivant Z : 0, 8, 10 m**

On clique sur **Appliquer** pour sauvegarder :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

19



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

### Remarque

On peut à tout moment ajouter des lignes de construction en insérant des valeurs suivant la direction voulue et on peut aussi supprimer des lignes existant en sélectionnant le numéro et cliquant sur **Supprimer**

On peut aussi mettre des lignes en **Gras**

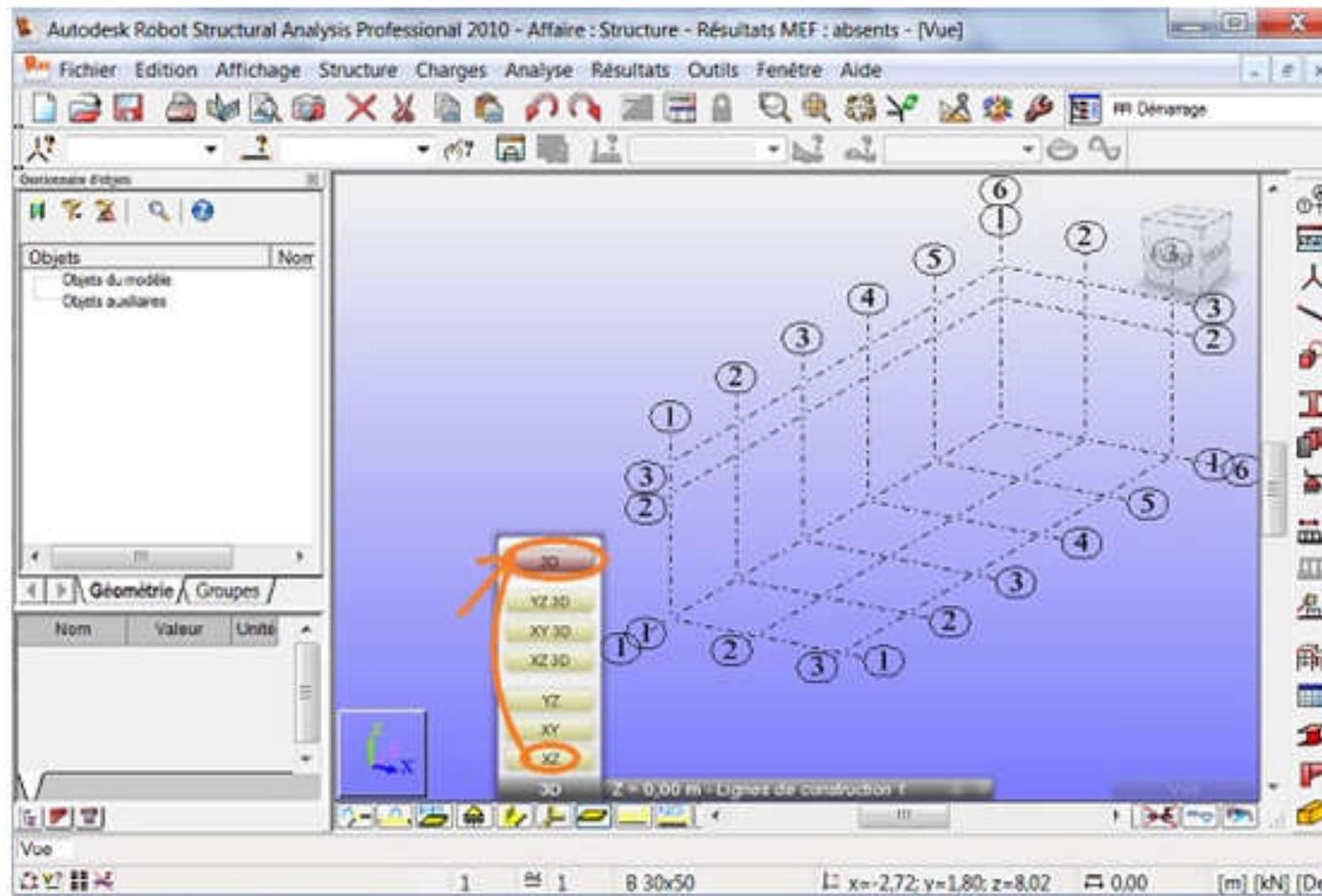
On peut définir dans la même affaire plusieurs lignes de construction en utilisant l'option **Nouveau** dans la boite de dialogue lignes de construction

On peut aussi faire la gestion de ces lignes (supprimer, activer ou désactiver les lignes voulues) en utilisant l'option **Gestionnaire de lignes**

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

21

On activant la vue en 3D on aura le résultat suivant :



Dr. LAFIFI B.

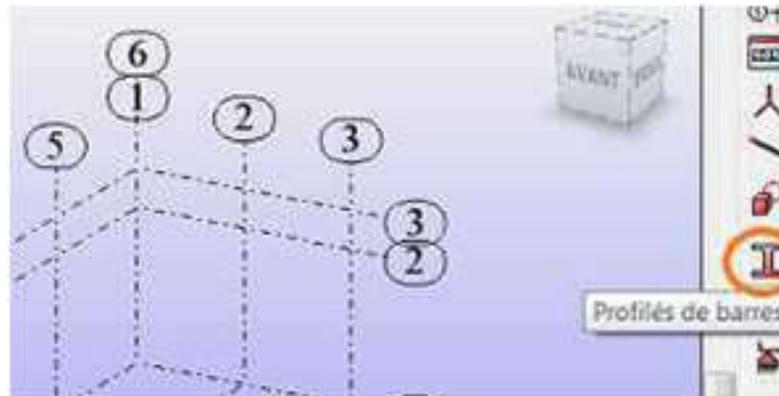
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

22

### II.3.2 Définition des sections

Pour définir les sections des éléments barres on utilise la commande  **Profils de barres**

Par cette option on peut définir les sections de tous les éléments barres de la structure : poteaux, poutres quel soit en béton ou acier, bois ...



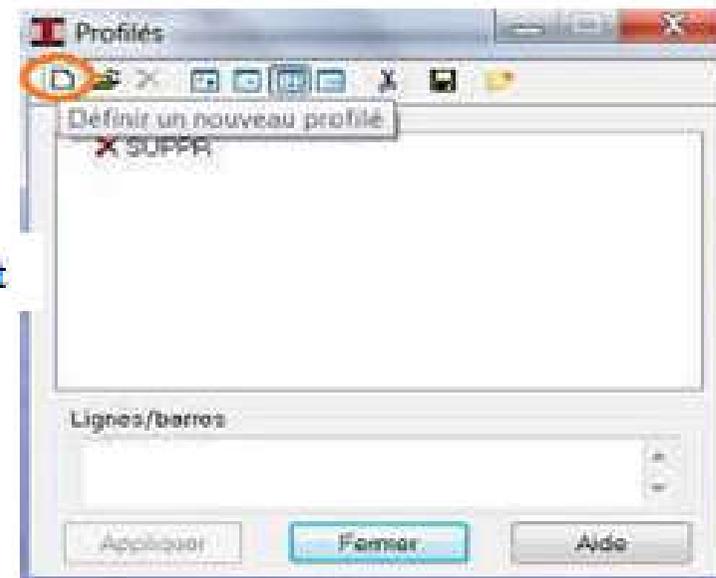
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

23

En cliquant sur l'icone la boite suivante s'ouvre et à l'aide de l'option supprimer tous les sections non utilisées on supprime les sections données par défaut du logiciel.



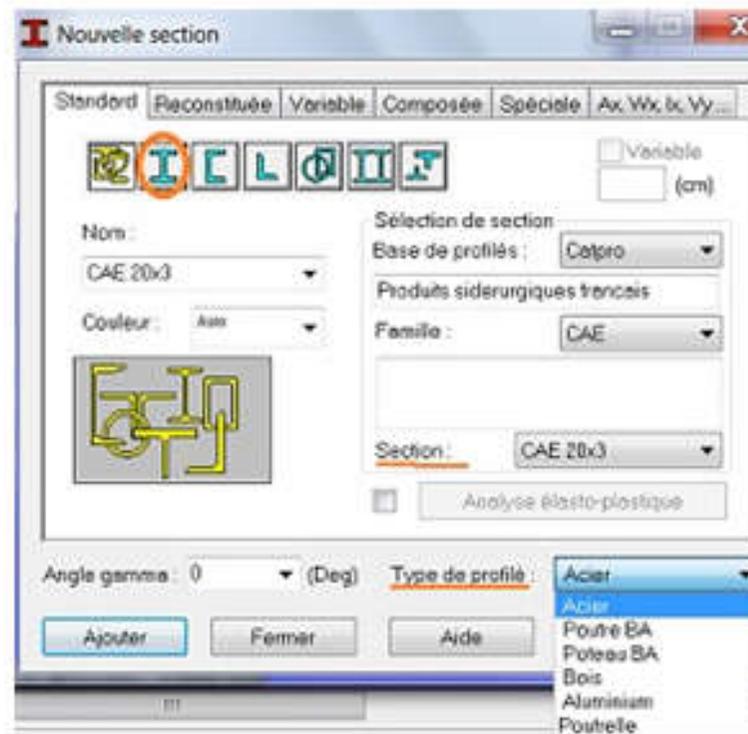
On obtient



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

24

On clique sur **Nouveau** pour définir les sections voulues, la boîte de dialogue suivante s'ouvre :



On choisit le **Type de profilé** selon le cas acier, poutre BA, poteau BA ...

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

25

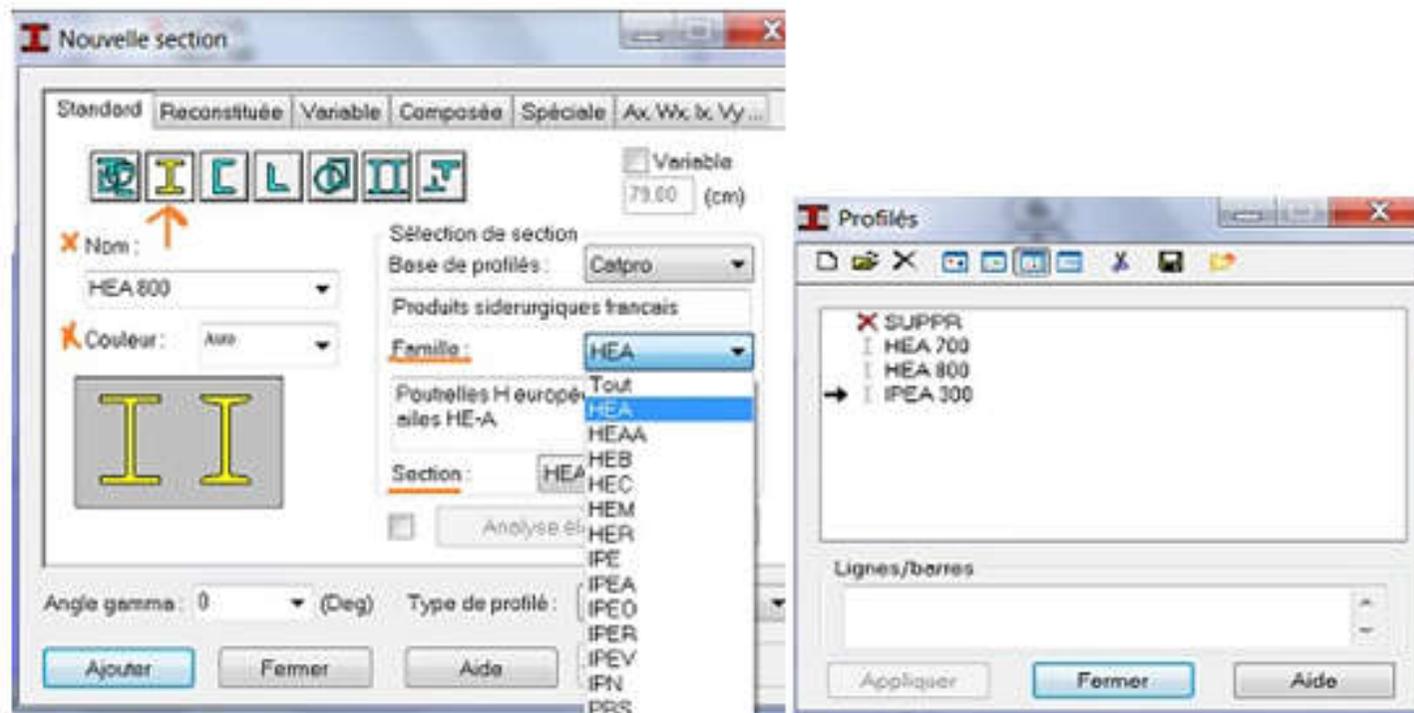
Notre exemple est une structure métallique donc on choisit **Acier** on va définir pour les poteaux des profilés HEA800 et pour les poutres inclinées HEA700 et pour les pannes IPEA300 et pour cela on clique sur I-symétrique ( l'icone encadré sur l'image )

Dans le menu **Famille** on choisit la famille des sections par exemple HEA et dans **Section** on choisit la section voulue par exemple HEA800 On clique sur **Ajouter** pour sauvegarder le choix dans la liste des profilés

On fait la même chose pour les autres sections, on aura :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

26



On peut donner le nom qu'on veut à la nouvelle section et choisir la couleur du profilé sinon le logiciel les prend par défaut.

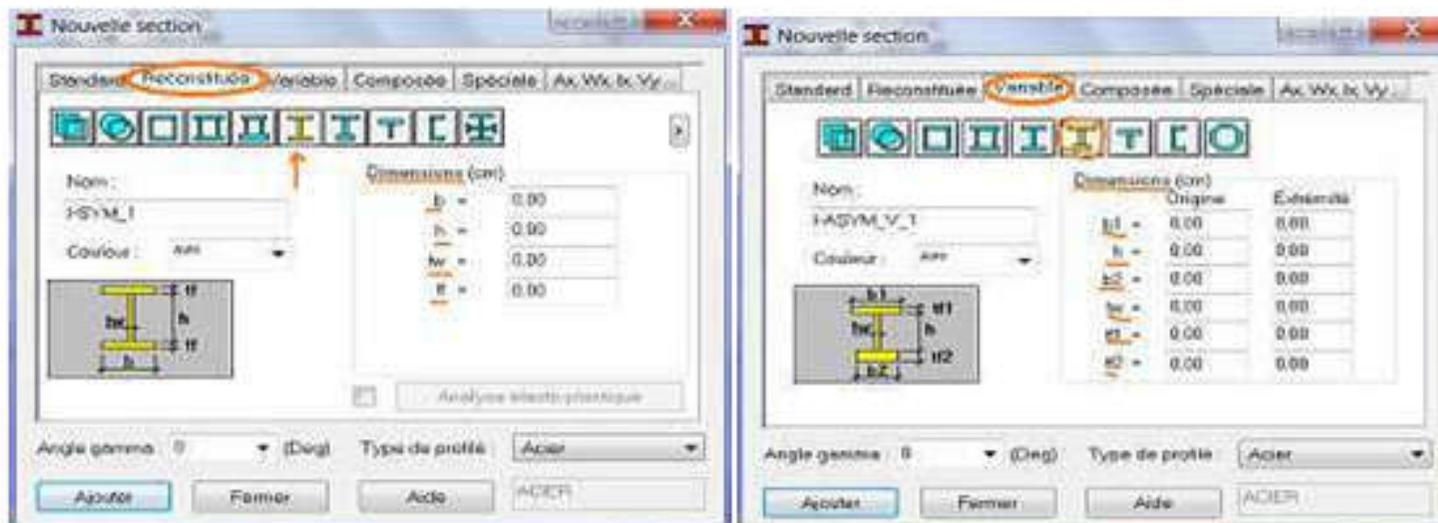
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

27

### Remarque

Si on a une section à définir en charpente et qu'elle n'est pas standard, dans la boîte de dialogue Nouvelle section on clique sur **Reconstituée** pour définir les dimensions manuellement.

Par la même boîte de dialogue on peut aussi définir des profilés à section variable, des profilés composés soudés et à membrures multiples, des profilés ondulés, ajourés ... en introduisant les dimensions manuellement.



LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

### II.3.3 Définition de la structure

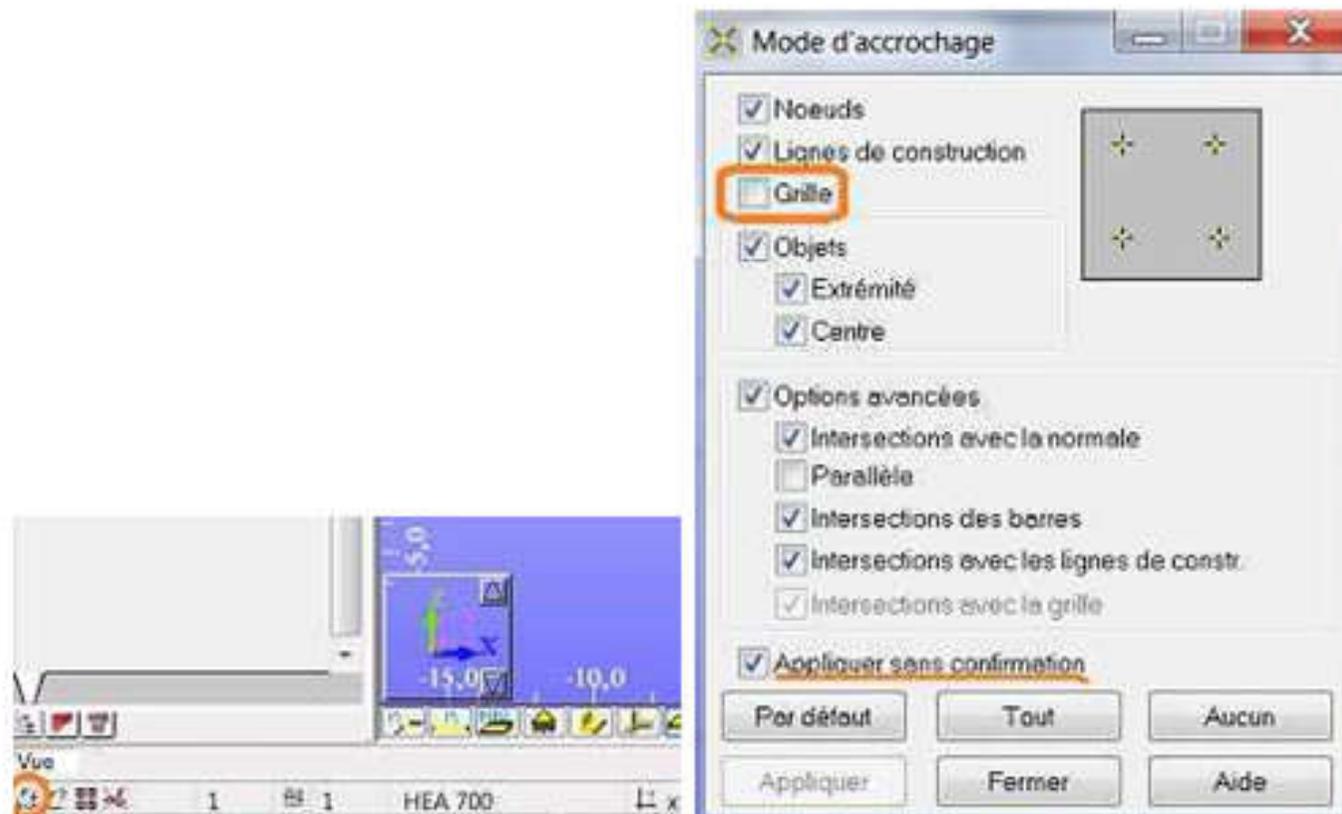
Maintenant qu'on a défini les lignes de construction et les sections des éléments de la structure, on commence à dessiner notre structure à l'aide des lignes de construction réalisées précédemment.

On active la **vue 2D XZ** qui représente la **vue avant** de la structure et pour éviter des erreurs de modélisation, désactiver l'accrochage de la grille, pour cela, on clique sur l'icône mode d'accrochage (se trouvant sur l'extrémité gauche en bas de la fenêtre)

La boîte de dialogue **Mode d'accrochage** s'ouvre, on décoche la case grille pour désactiver l'accrochage de la grille.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

29



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

30

On clique sur la commande  **Barres**



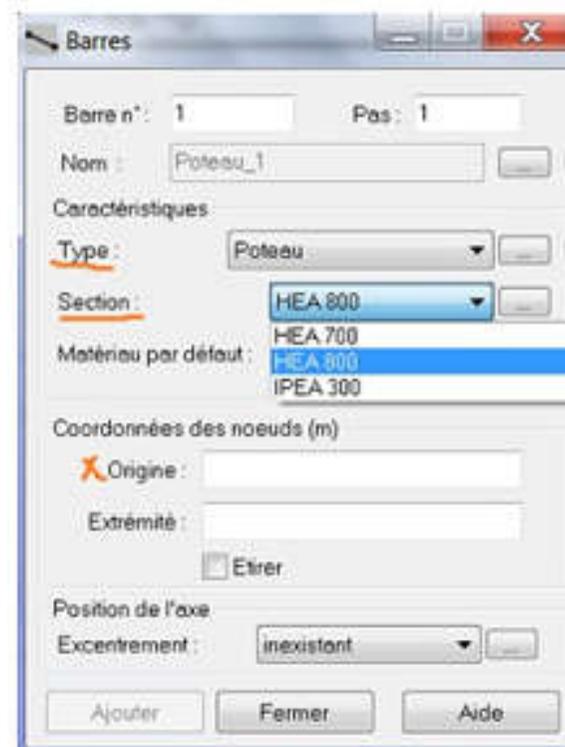
La boîte de dialogue suivante s'ouvre :

Dans le champ **Type** on sélectionne poteau et dans le champ **Section** on sélectionne HEA800

Maintenant on clique sur le champ **origine** et on commence le dessin des 2 poteaux de cette face sur les lignes de construction

On passe au dessin des poutres inclinées par le même principe Type poutre Section HEA700

Donc on a défini le premier portique de notre structure



Dr. LAFIFI B.

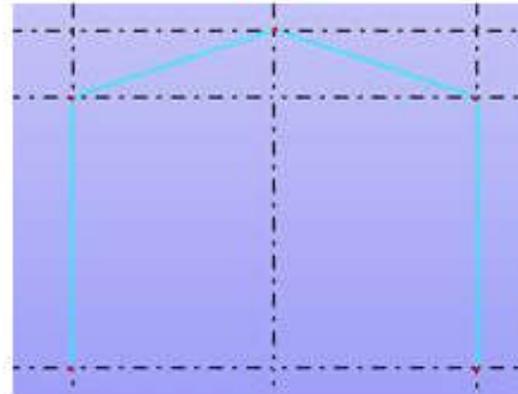
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

31

et comme les autres portiques sont identiques au premier portique on va les dessiner par translation de ce portique

Donc d'abord il faut définir les noeuds des pannes IPEA300 sur les poutres inclinées pour les allonger par translation du portique et pour cela on va diviser chaque poutre en 3 divisions

par l'option  **Diviser barres** qui se trouve dans le menu **Edition ► Diviser barres**



### Remarque :

On peut toujours personnaliser le bureau du travail en affichant des barres d'outils

on veut par exemple afficher la barre d'outils Edition qui contient l'option Diviser barres

**Outils ► Personnaliser ► Afficher barres d'outils**

la boîte de dialogue suivante s'ouvre :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

32



et en cochant la case Edition on aura la barres d'outils



Retour à notre exemple, on sélectionne les poutres et on clique sur  **Diviser barres** la boîte de dialogue suivante s'ouvre :

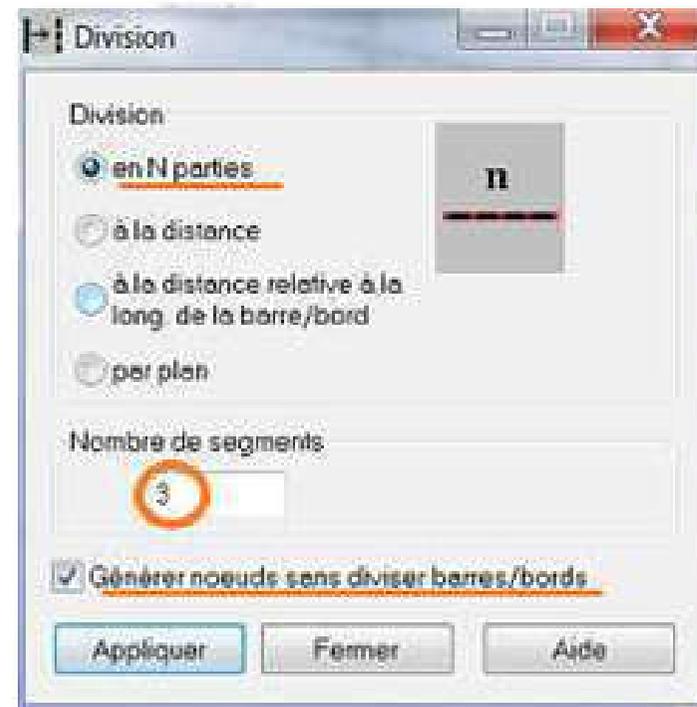
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

33

Dans le champ **Nombre de segments** on met 3  
et on clique sur **Appliquer**

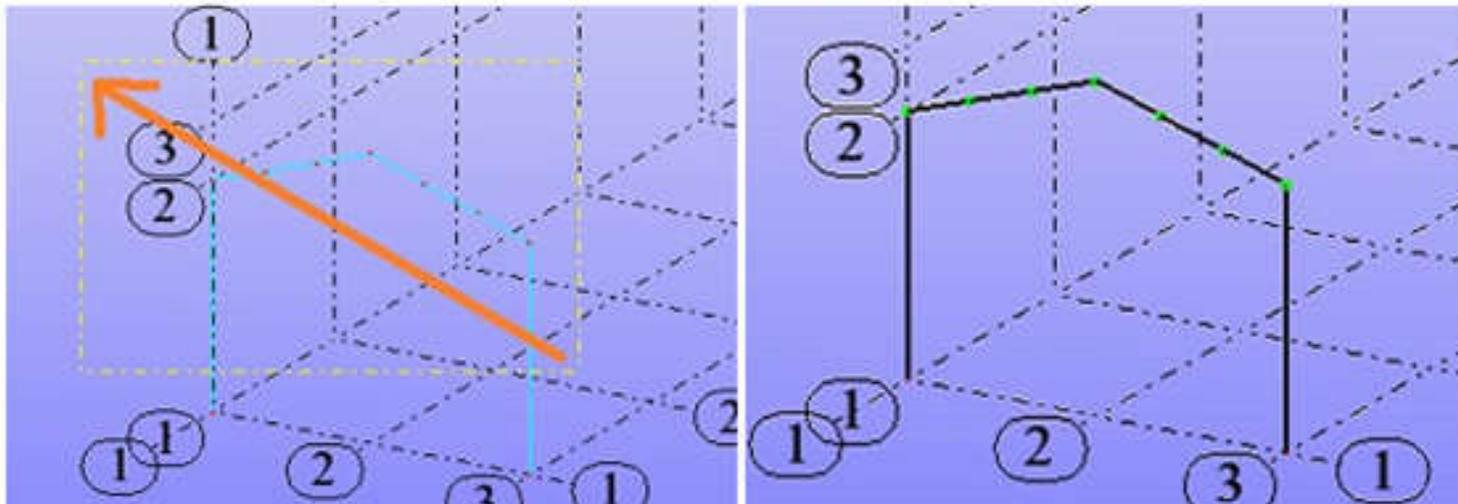
Maintenant qu'on a généré les nœuds où les pannes IPEA300 seront attachées aux poutres on peut faire la translation en allongeant les nœuds avec la sélection de la section IPEA300 pour que les barres engendrées prennent cette section.

On sélectionne tous le portique sauf les nœuds à la base des poteaux car on ne veut pas créer des pannes par allongement à cet endroit,  
pour cela on clique et on tire de la droite vers la gauche comme illustré sur la figure



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

34

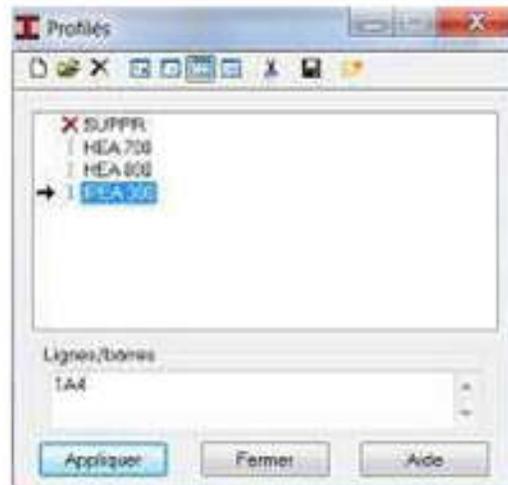


Après la sélection on clique sur  **Translation** et sur  **Profils de barres** pour sélectionner le profilé IPEA300

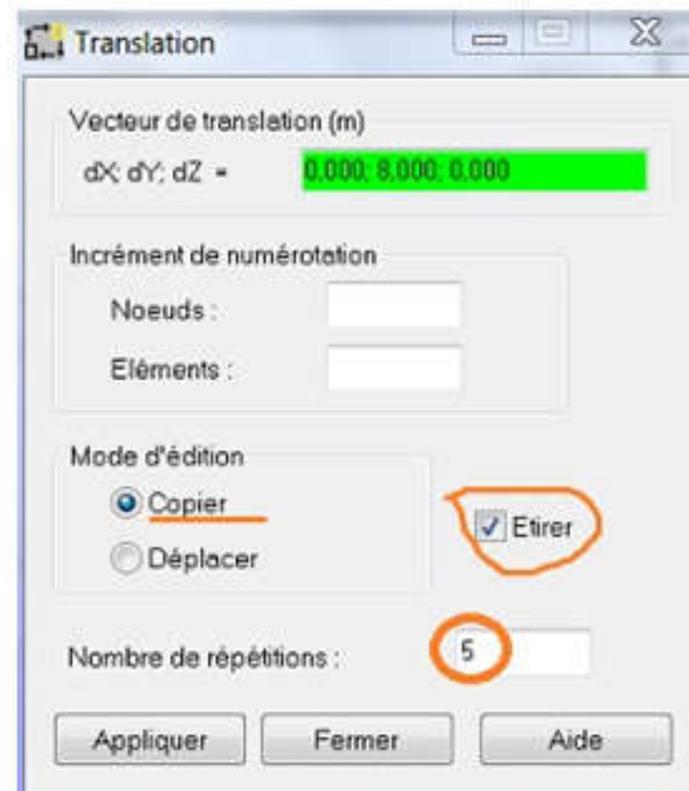
les boites de dialogues suivantes s'ouvrent :

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

35



Pour que les pannes soit créer par translation il faut cocher la case **Etirer** comme illustré sur la figure dans le champ **Nombre de répétitions** on met le nombre de portiques qu'on veut créer dans le champ **Vecteur de translation** on met la distance entre les portiques ( $d_x, d_y, d_z$ ) = 0, 8, 0 m et on clique sur **Appliquer**

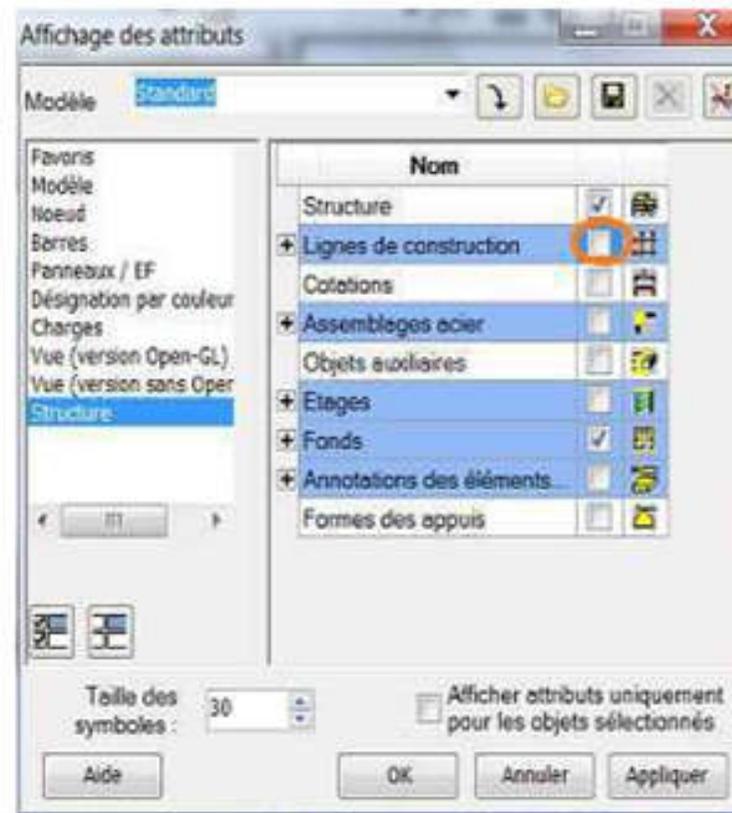
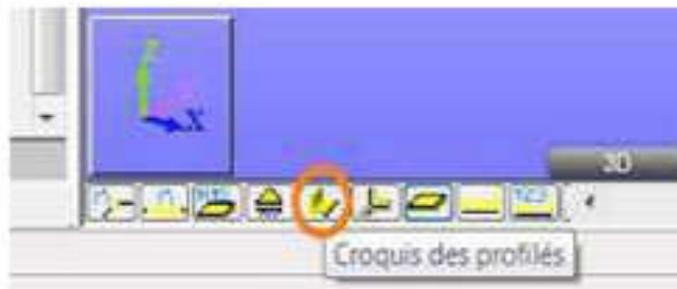


## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

36

Pour annuler l'affichage des lignes de construction, on clique par la souris sur la droite et on clique **Attributs**, dans la boîte qui s'ouvre on clique sur **Structure** et on décoche la case des lignes de construction

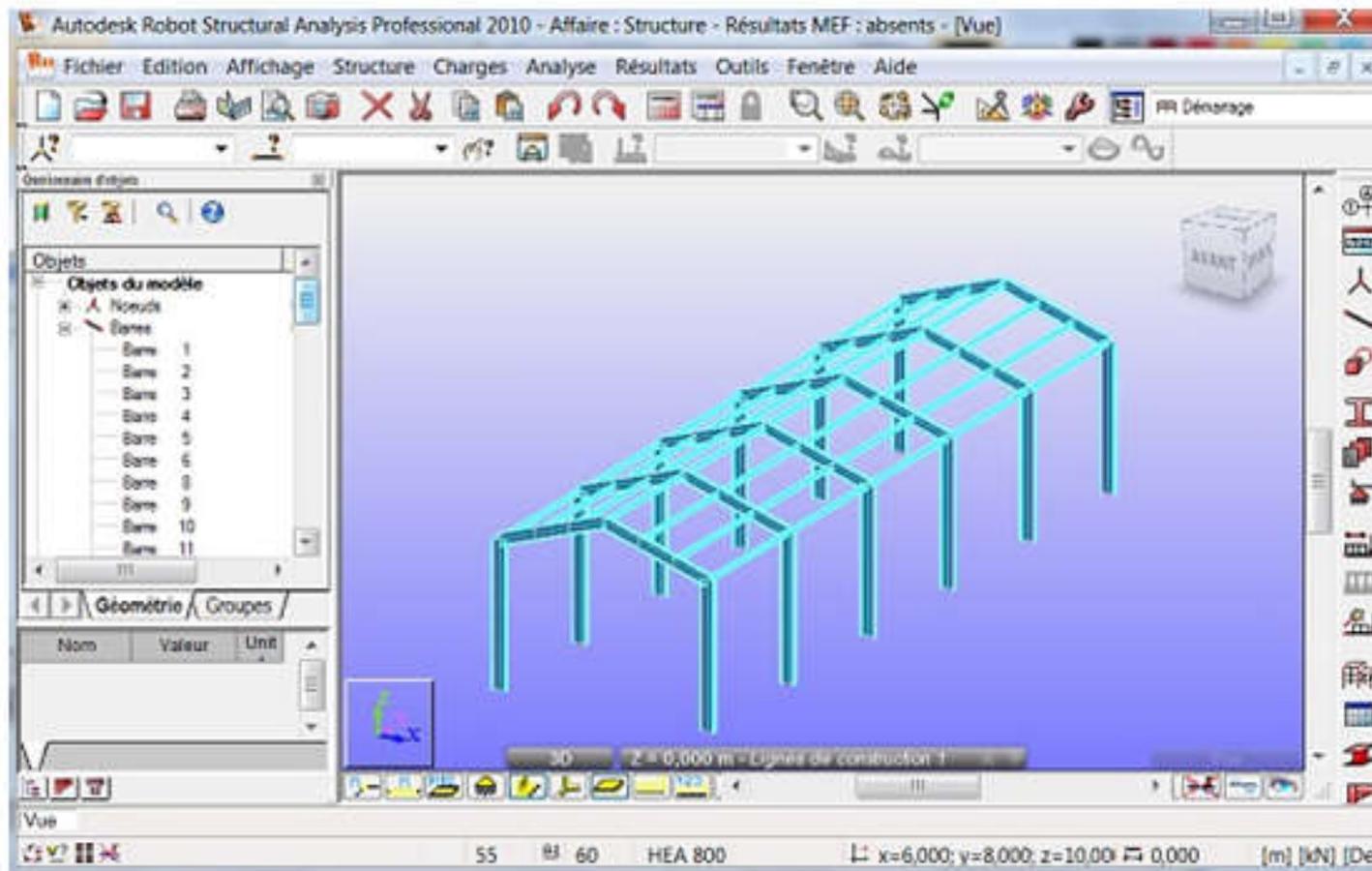
Pour voir bien la structure dessinée on clique sur **Croquis des profilés**



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

37

On aura la vue en 3D suivante :



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

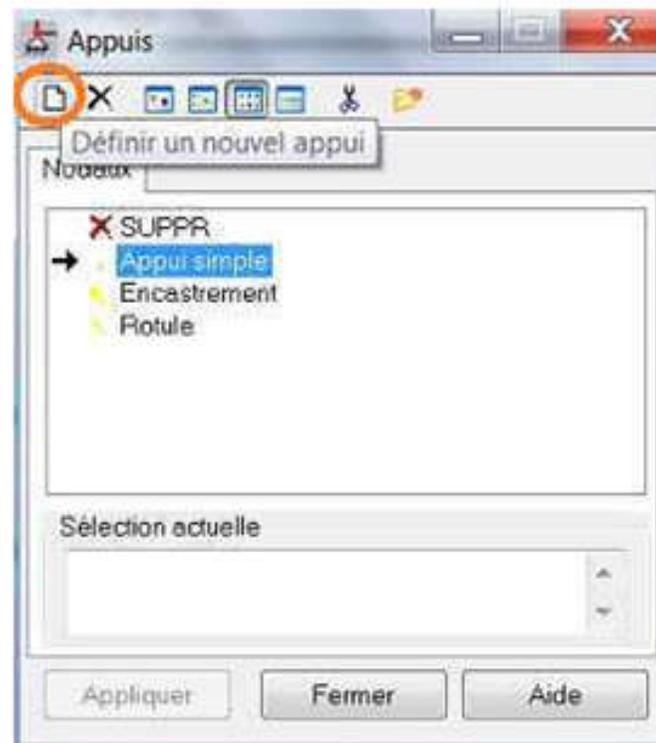
38

### II.3.4 Conditions d'appuis

Pour définir les appuis nodaux dans une structure on utilise la commande **Appuis**



On peut choisir le type d'appui directement par cette boîte de dialogue ou on définit un nouvel appui à l'aide de l'option **Définir un nouvel appui**, en cliquant la boîte de dialogue suivante s'ouvre :



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

39

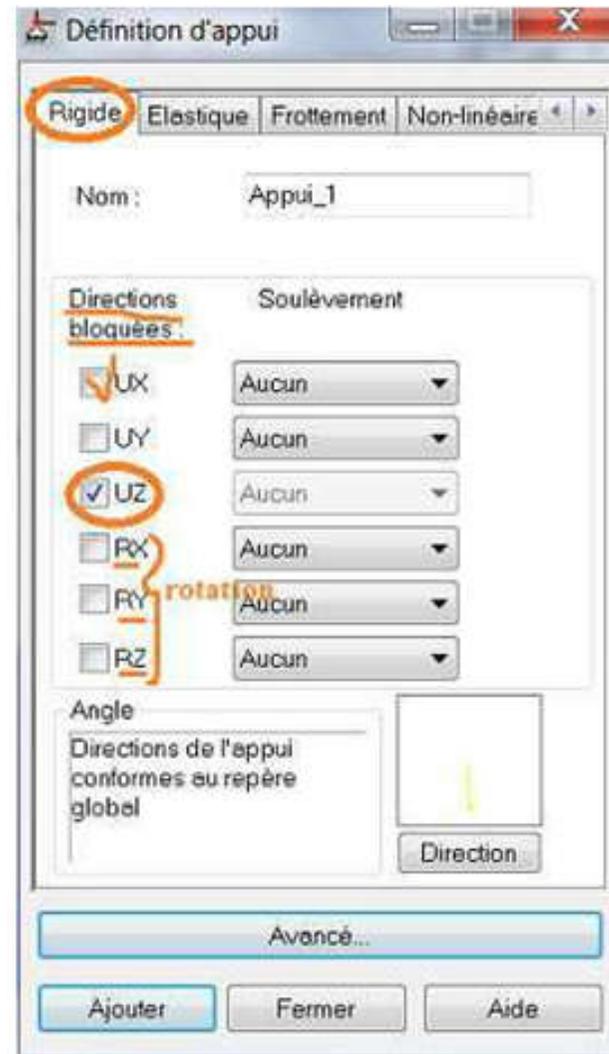
par la boîte de dialogue **Définition d'appui** on peut définir les direction à bloquer en cochant les cases des déplacements suivant les axes comme illustré sur la figure quel soit des déplacements linéaires (UX, UY, UZ) ou angulaires ( RX, RY, RZ )

Par exemple pour **l'encastrement** tous les déplacements et les rotations suivant les 3 directions sont bloqués

pour une **rotule** les déplacements linéaires ( UX, UY, UZ )sont bloqués et les rotations ( RX, RY, RZ ) sont libres.

Pour notre exemple la structure métallique on choisit de mettre le type d'appui **Rotule** pour l'un des nœuds situés à la base des poteaux et le type d'appui **Encastrement** pour l'autre nœud

Donc les nœuds de la première rangée des poteaux seront des rotules et les nœuds de la deuxième rangée seront



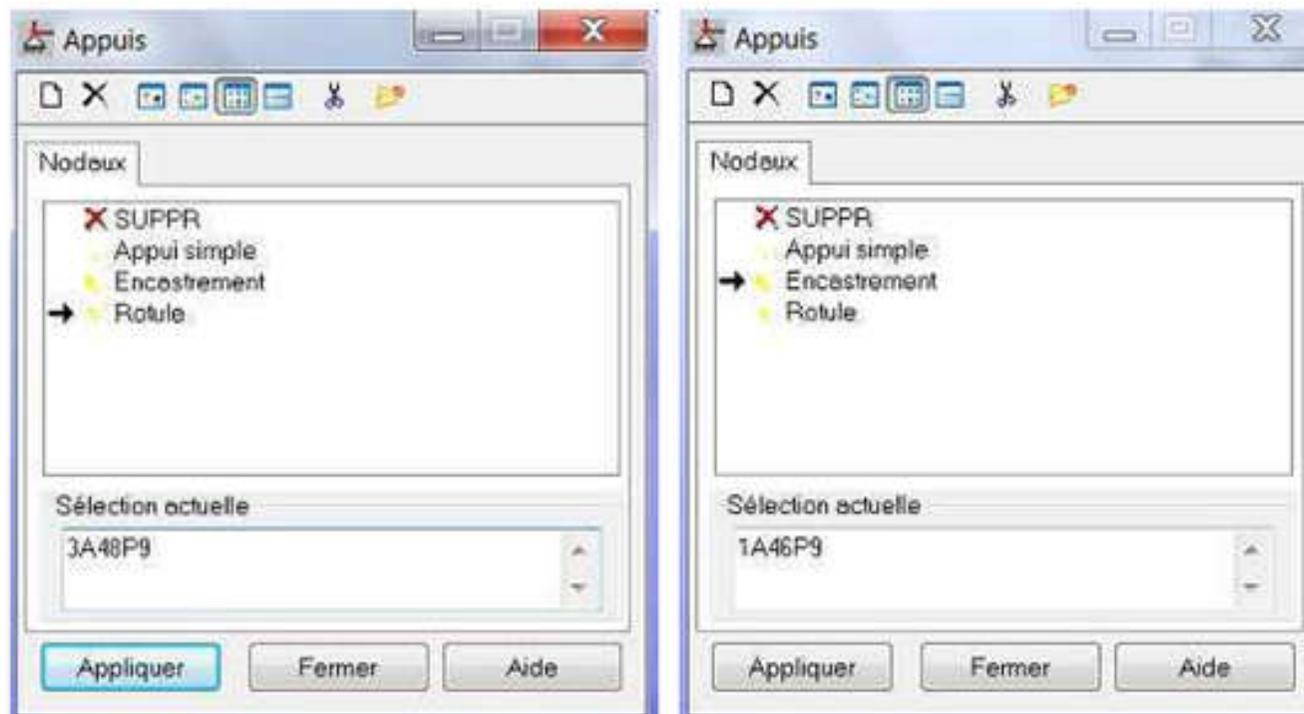
Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

40

Pour cela on choisit **Rotule** dans la boîte **Appuis** et on clique dans le champ **Sélection actuelle** et après on sélectionne tous les nœuds de la base des poteaux du première rangée et on clique sur **Appliquer**

On répète la même opération pour la deuxième rangée en choisissant le type d'appui **Encastrement**

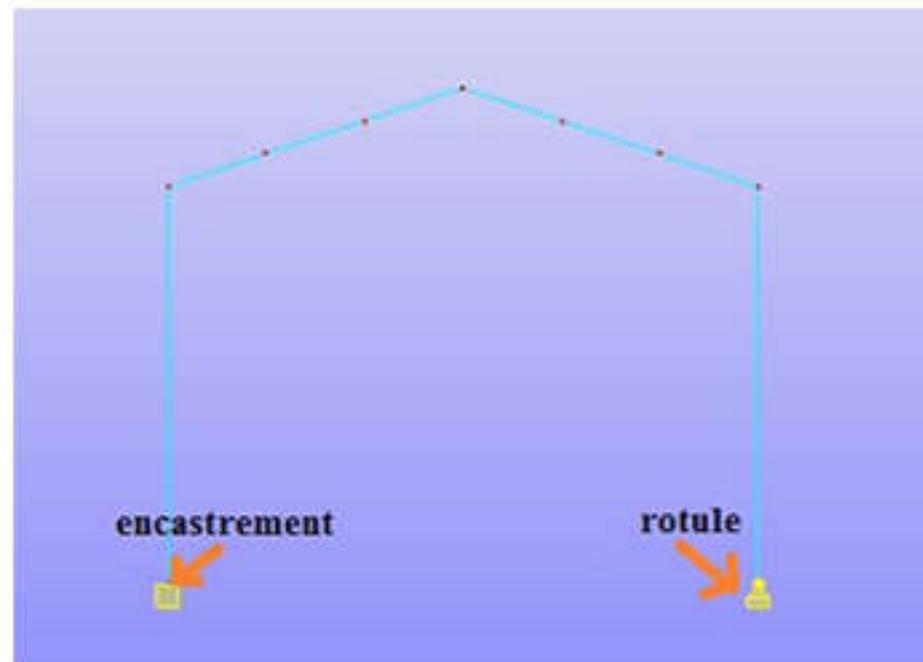


Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

41

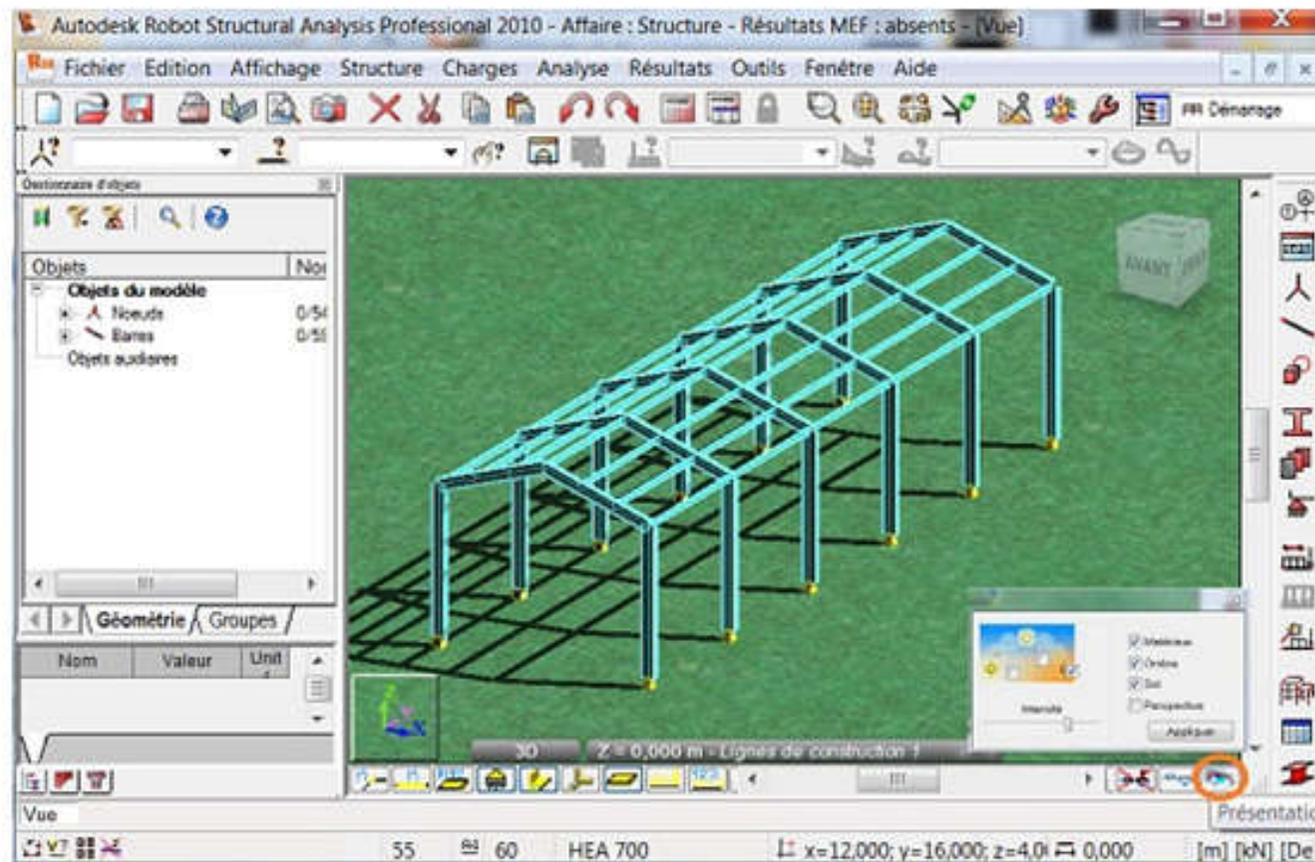
On aura le résultat suivant sur la vue 2D XZ :



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

42

En activant la **Présentation réaliste** de la structure et l'affichage des croquis des profilés on aura la vue en 3D suivante :



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

43

### II.3.5 Chargement

Le chargement d'une structure consiste à définir les cas de charge selon la nature des charges (permanente, exploitation, sismique ... ) et ensuite l'application des charges ( charges sur barres, charges surfaciques ... ) sur la structure pour les cas de charge créés et enfin la définition des combinaisons des cas de charge.

#### a- Cas de charge

Pour définir les cas de charge on clique sur la commande  **Cas de charge**



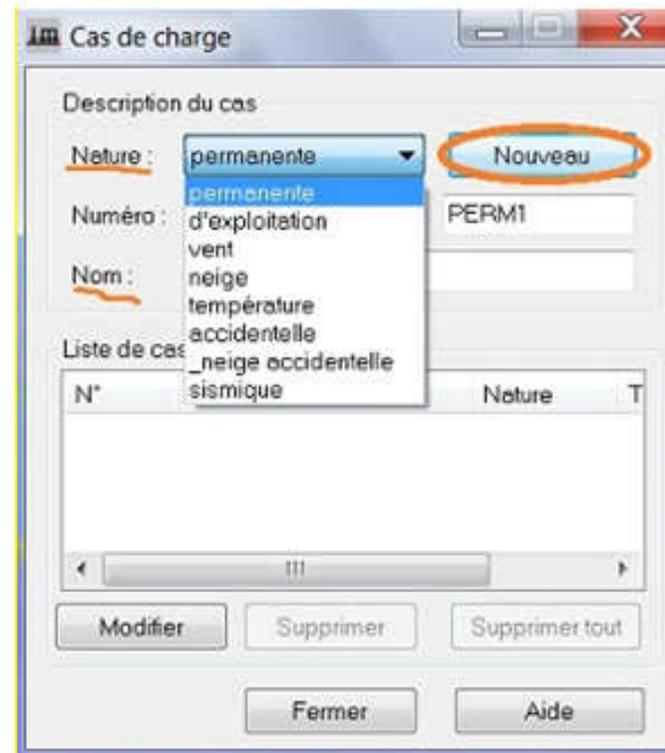
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

44

Par cette boîte de dialogue on choisit la **Nature** du cas de charge à définir comme illustré sur la figure.

Dans le champ **Nom** on peut donner un nom pour le cas de charge ou on prend le nom par défaut proposé par le logiciel

Ensuite on clique sur **Nouveau** pour ajouter le cas de charge à la liste de cas définis



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

45

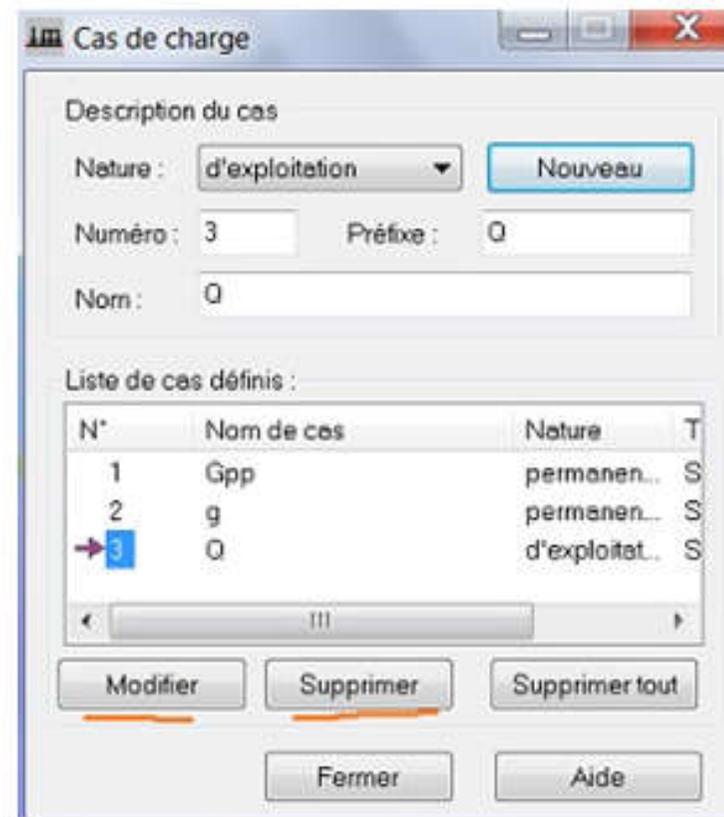
Pour notre exemple en plus du poids propre de la structure on va définir une charge permanente et une charge d'exploitation les deux réparties sur les pannes qui lient les portiques en haut.

On va donner le nom pp pour le poids propre de la structure entière et on clique sur Nouveau, le logiciel prend le premier cas de charge permanente défini comme poids propre de la structure par défaut.

Pour l'autre charge on donne le nom G et pour la charge d'exploitation Q

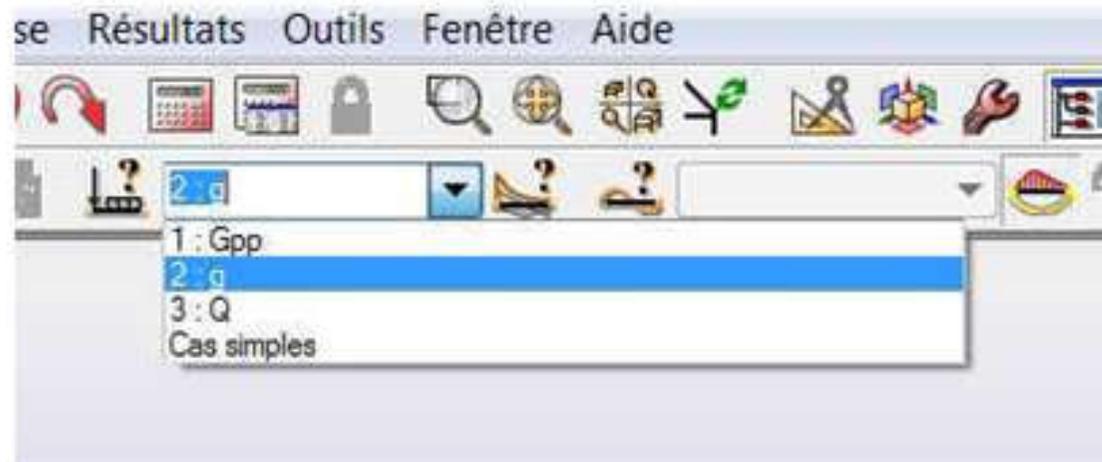
On peut modifier le nom du cas de charge, son numéro dans la liste et sa nature comme on peut le supprimer par cette boîte de dialogue.

On clique sur **Fermer** et on passe à l'application des charges G et Q sur notre structure et on choisit le cas de charge actuel à l'aide de la barre d'outils supérieure



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

46



### **b- Charges**

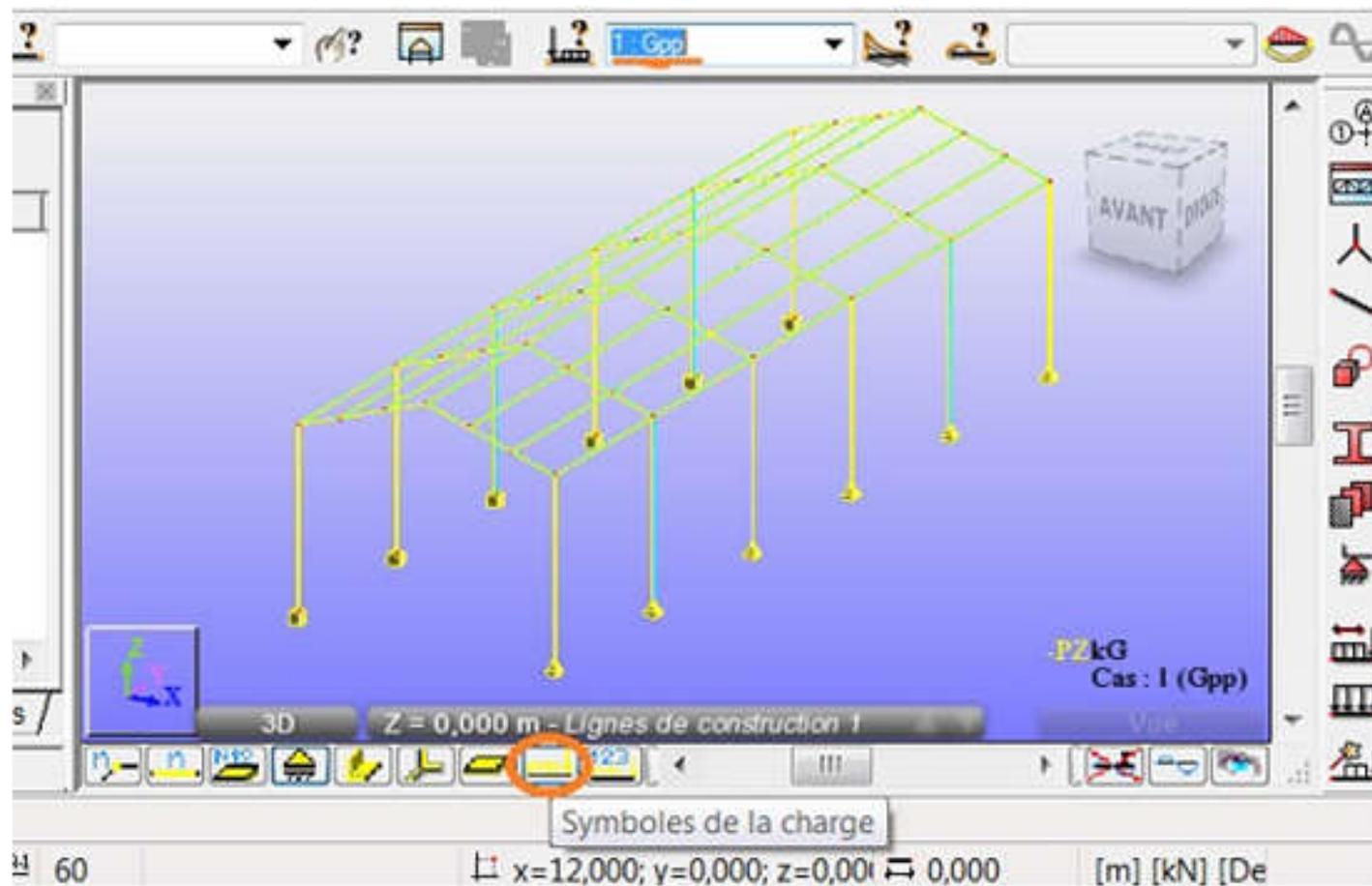
Pour notre exemple on a 3 charges :

- Poids propre de la structure PP calculé automatiquement par logiciel Robot 2010
- Une charge permanente  $G = 5 \text{ kN/m}$  répartie sur les pannes IPEA300
- Une charge d'exploitation  $Q = 1 \text{ kN/m}$  répartie sur les pannes IPEA300

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

47

En choisissant le cas PP dans la liste illustrée sur la figure précédente on aura :



Dr. LAFIFI B.

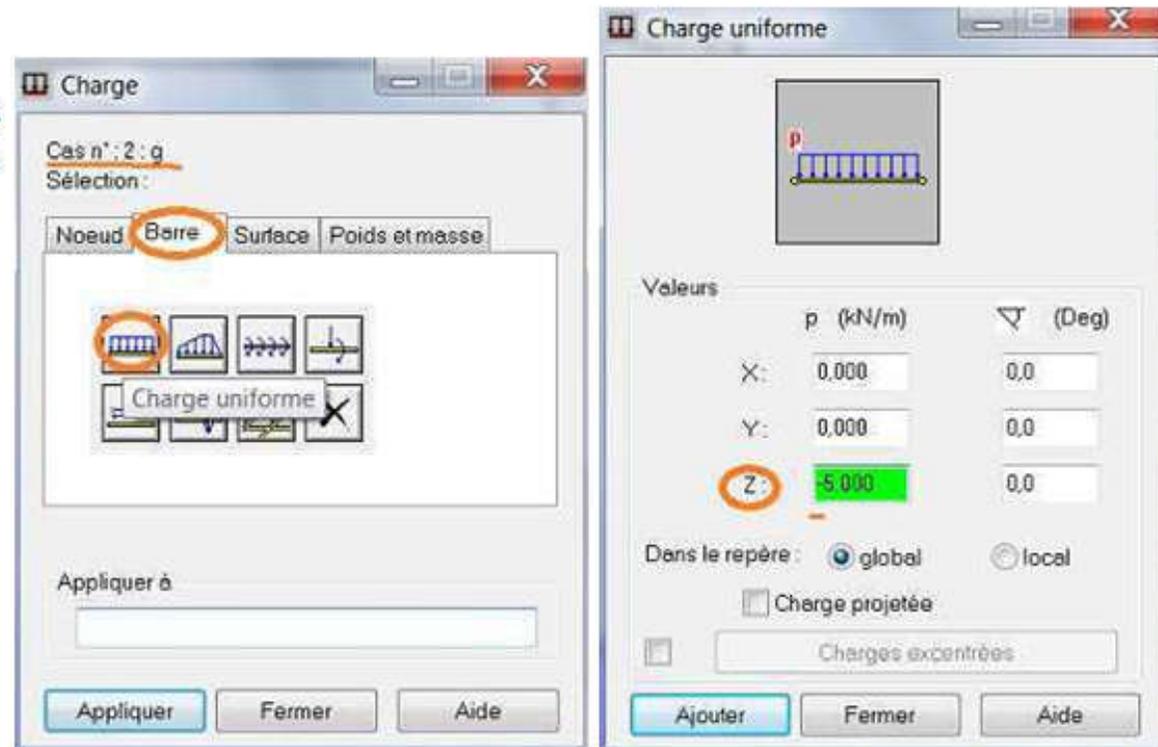
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

48

Pour définir la charge permanente G on choisit dans la liste des cas le cas G et on clique

sur la commande  **Définir charges :**

Dans la boîte de dialogue qui s'ouvre on sélectionne **Barres** et on clique sur le symbole de **Charge uniforme** comme illustré sur la figure.

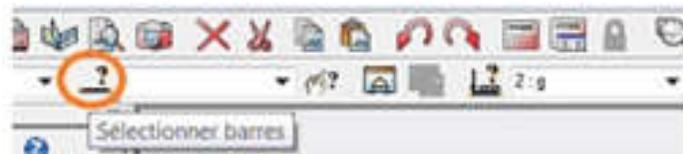


on met dans le champ **Z** la valeur de la charge suivant la direction Z ( - 5 kN/m ) et on clique sur **Ajouter**.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

49

maintenant et à l'aide de l'outil **Sélectionner barres**



on sélectionne tous les barres des profilés IPEA300 comme illustré sur la figure et on clique sur **Fermer**

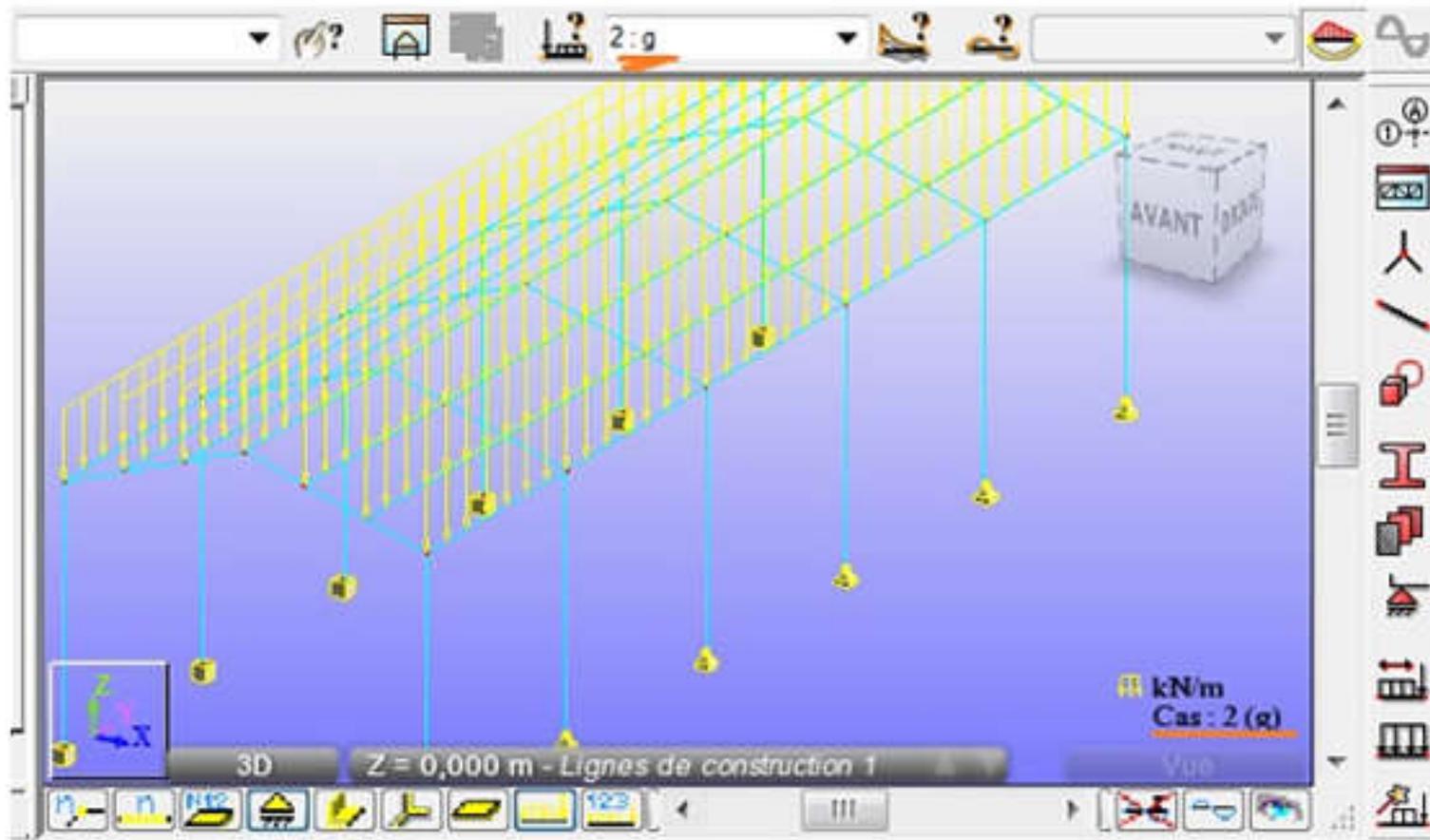
en retour à la boîte de dialogue **Charge** dans le champ **Appliquer** à tous les barres IPEA300 sont sélectionnées donc on clique sur **Appliquer** pour appliquer la charge sur les poutrelles.

On répète la même opération avec la charge d'exploitation Q



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

50



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

51

### c- Combinaisons des cas de charges

Pour notre exemple on va définir la combinaison 1,35 G + 1,5 Q

Pour définir les combinaisons des cas de charges on utilise la commande  **Combinaisons manuelles** qui se trouve sur le menu **Charges ► Combinaisons manuelles**. La boîte de dialogue suivante s'ouvre :

On choisit le **Type de combinaison** et on donne le nom qu'on veut à la combinaison qu'on va définir,

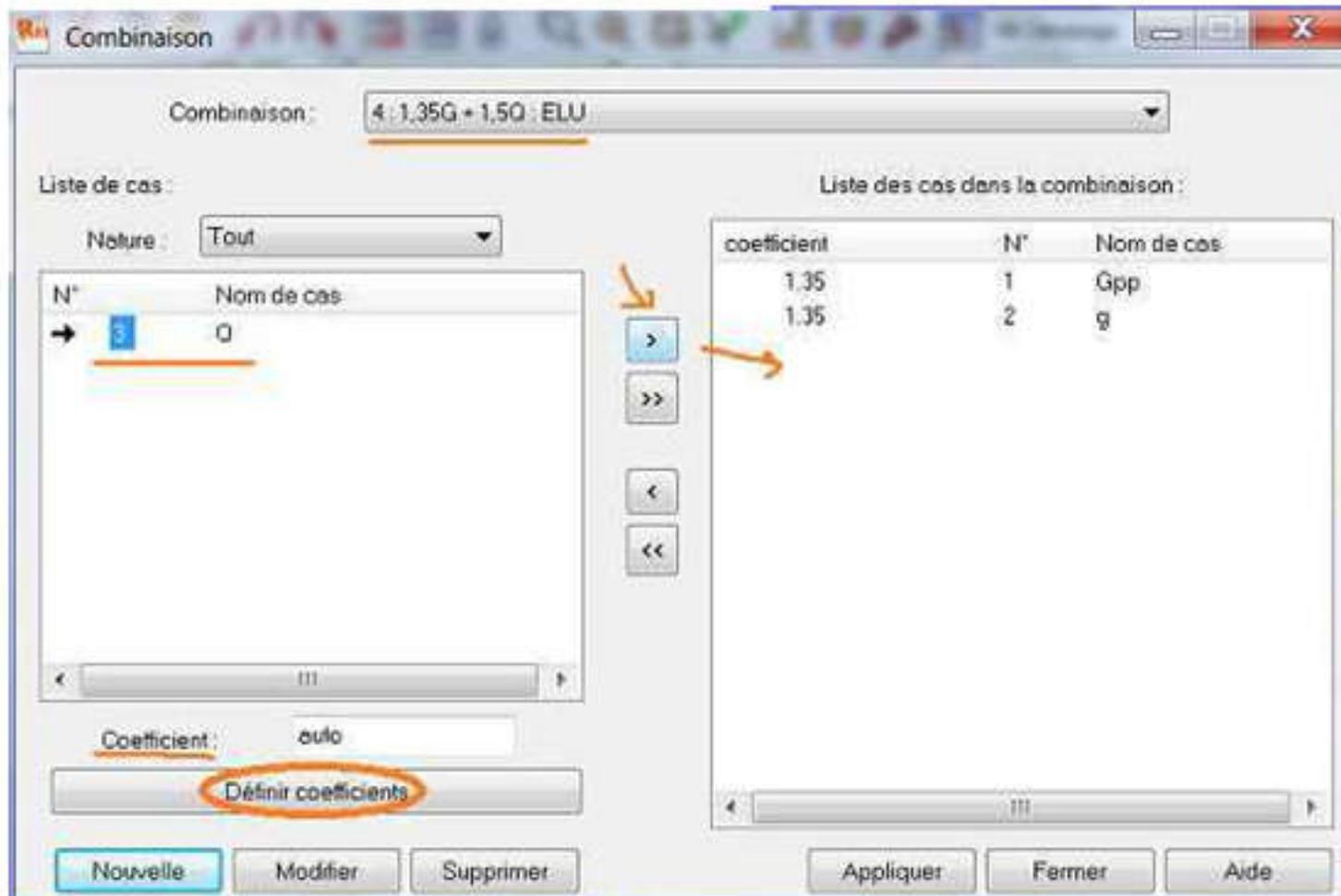
Par exemple le nom 1,35 G + 1,5 Q et on clique sur ok

Dans la boîte de dialogue qui s'ouvre on va définir notre combinaison en utilisant les cas de charges définis précédemment



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

52



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

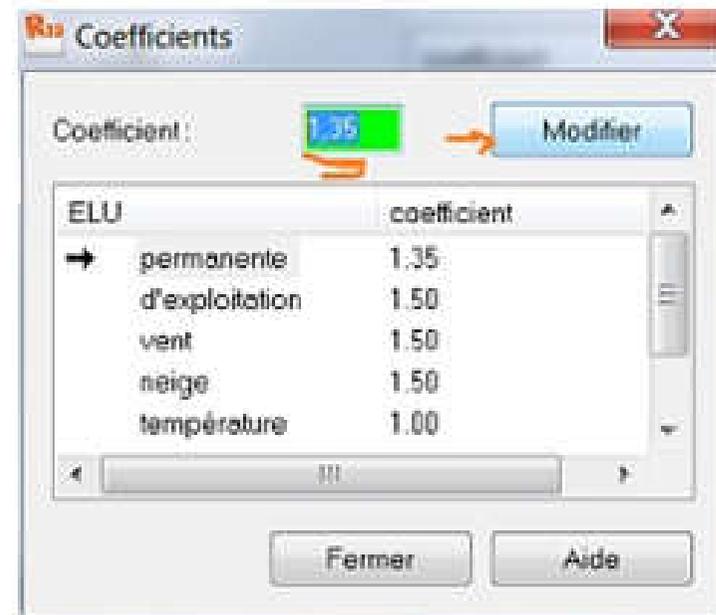
53

Si les coefficients qu'on veut appliquer ne sont pas les mêmes que les coefficients automatiques de la combinaison définie, on peut les définir en cliquant sur **Définir coefficients**

Dans le champ **Coefficient** on met la valeur voulue et on clique **Modifier**.

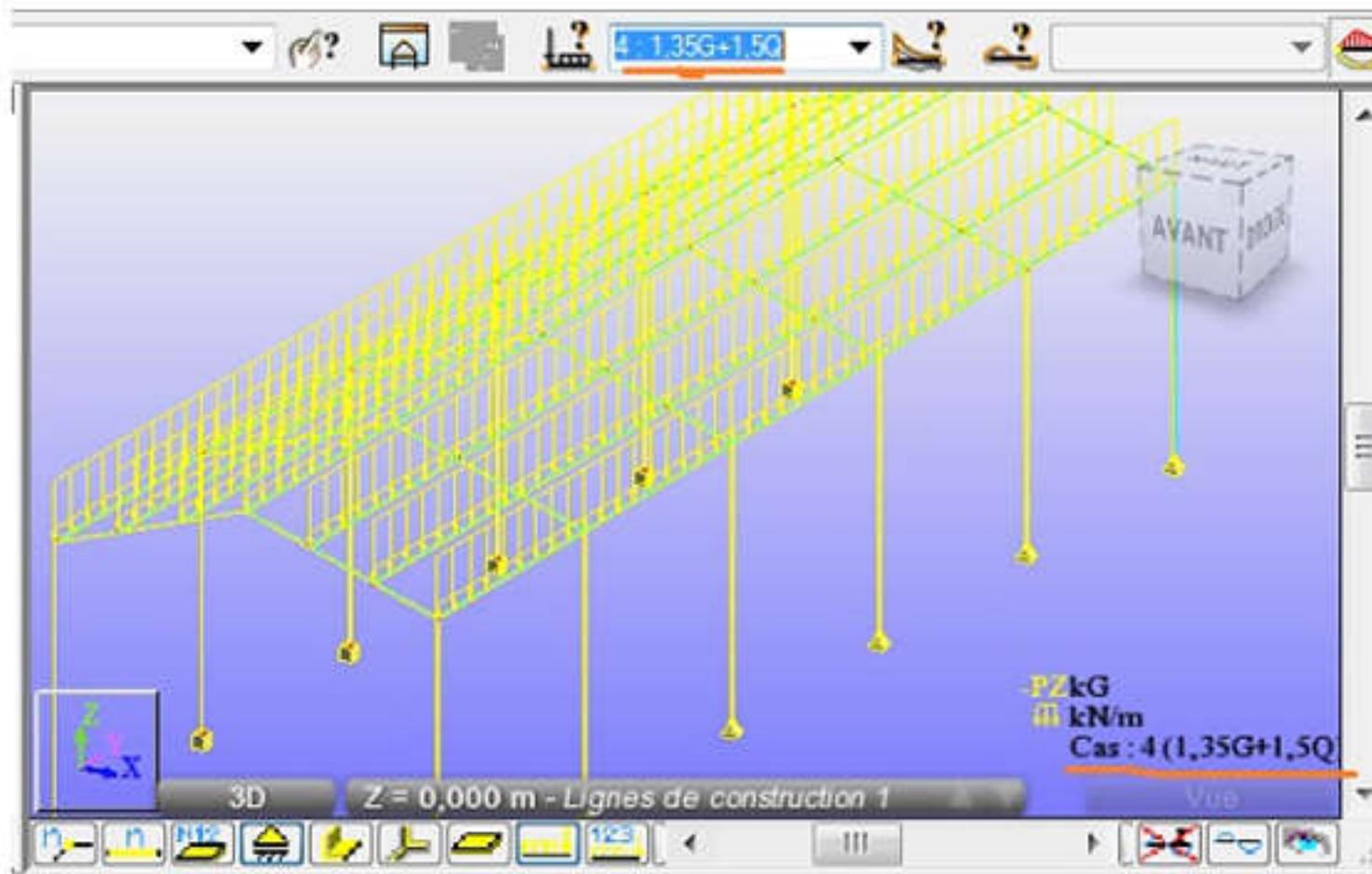
À la fin de cette opération on clique sur **Appliquer** pour sauvegarder la combinaison

On peut aussi définir une autre combinaison en cliquant sur **Nouvelle**



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

54



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

### II.3.6 Analyse et résultats d'analyse d'une structure

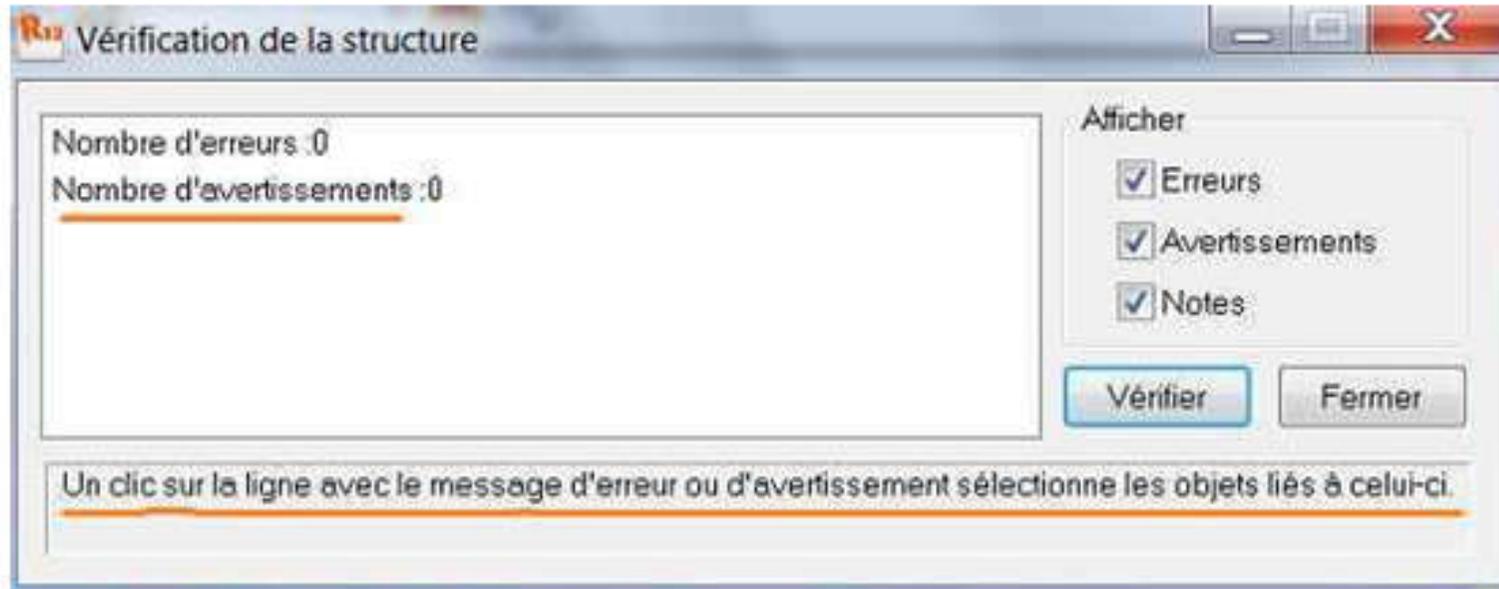
#### a- Calcul et analyse

Maintenant qu'on a fini avec la modélisation de notre exemple [la structure métallique simple](#), on passe au calcul et analyse de cette structure sous l'effet du chargement qu'on a défini.

Avant de lancer le calcul il faut d'abord vérifier la structure si il y a des erreurs de modélisation et des barres disjointes, on clique sur **Analyse ► Vérifier structure**.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

56



Dans la boîte de dialogue le message d'erreur nous indique l'erreur et l'objet lié à cette erreur.

Pour lancer le calcul on clique sur la commande  **Calculer (Analyse ► Calculer)**

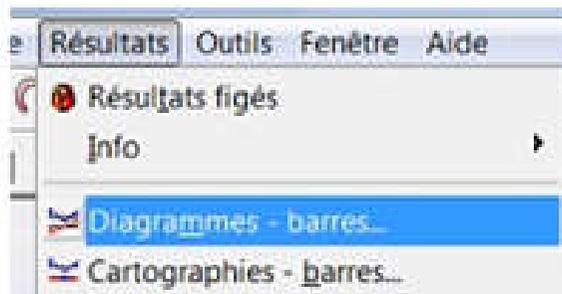
## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

57

### b- Résultats d'analyse

Pour afficher les résultats de l'analyse de la structure et les diagrammes des efforts internes, des déformées, des contraintes et des réactions on sélectionne **Résultats** dans le menu démarrage de la barre d'outils supérieure.

On peut aussi afficher les diagrammes des résultats directement par **Résultats ► Diagrammes-barres**



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

58

La boîte de dialogue suivante s'ouvre :

Pour voir le diagramme de l'effort interne on coche la case par exemple du Moment  $M_y$  puis on clique sur **Appliquer**

Si la forme du diagramme est mal présentée on clique sur **Normaliser** pour régler la taille du diagramme

On peut aussi changer la taille du diagramme en cliquant sur + et - puis sur **Appliquer**

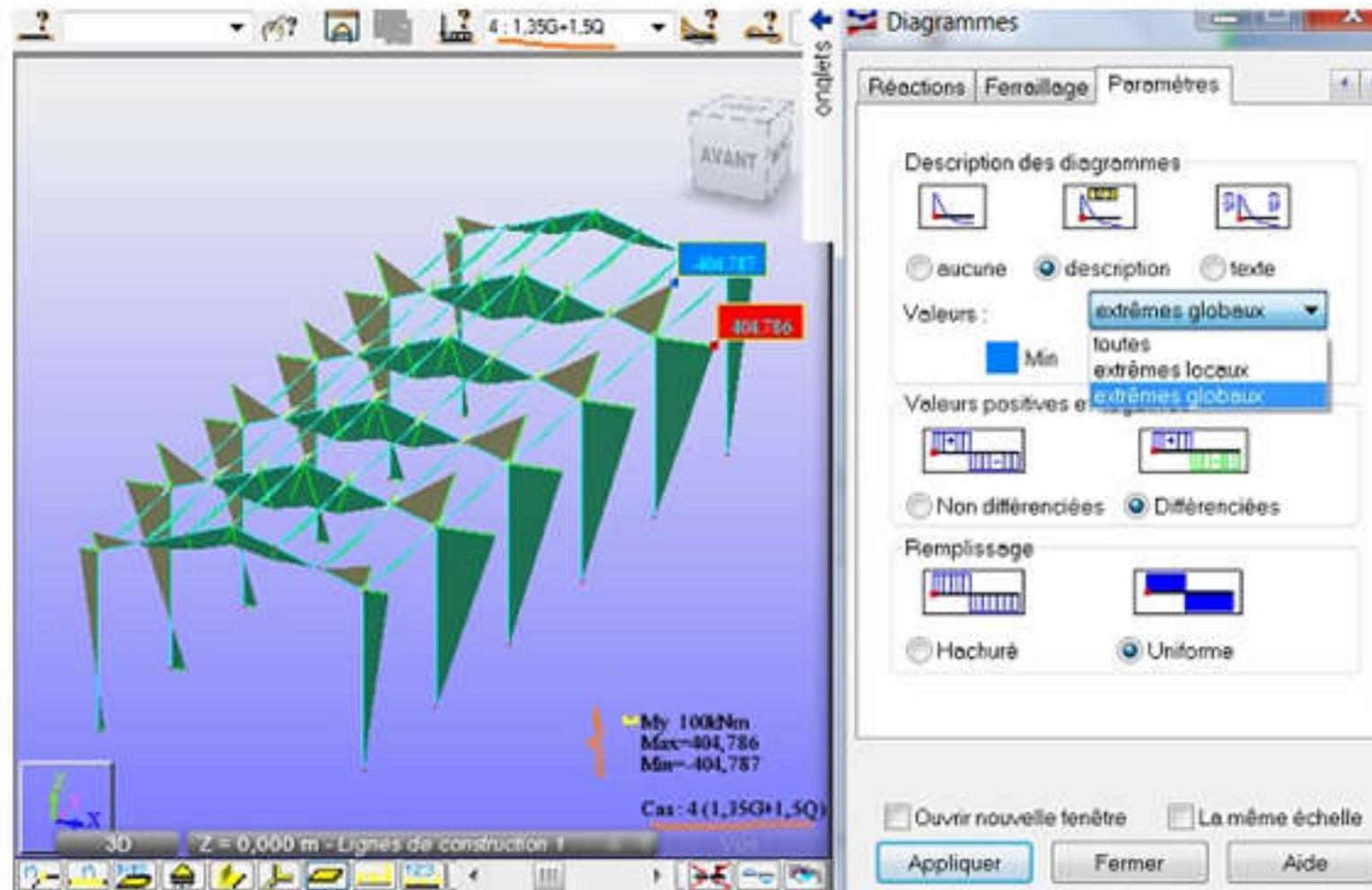
On peut aussi modifier les paramètres des diagrammes pour afficher les valeurs des efforts sur le diagramme.



On peut voir les diagrammes des efforts internes et des déplacements de chaque élément de la structure séparément en cliquant sur la barre par le bouton droite de la souris et on clique **Propriétés de l'objet**.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

59



Dr. LAFIFI B.

## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

60

Pour afficher la déformée de la structure on clique sur l'icon Déplacements qui se trouve sur l'extrémité droite en bas de la fenêtre



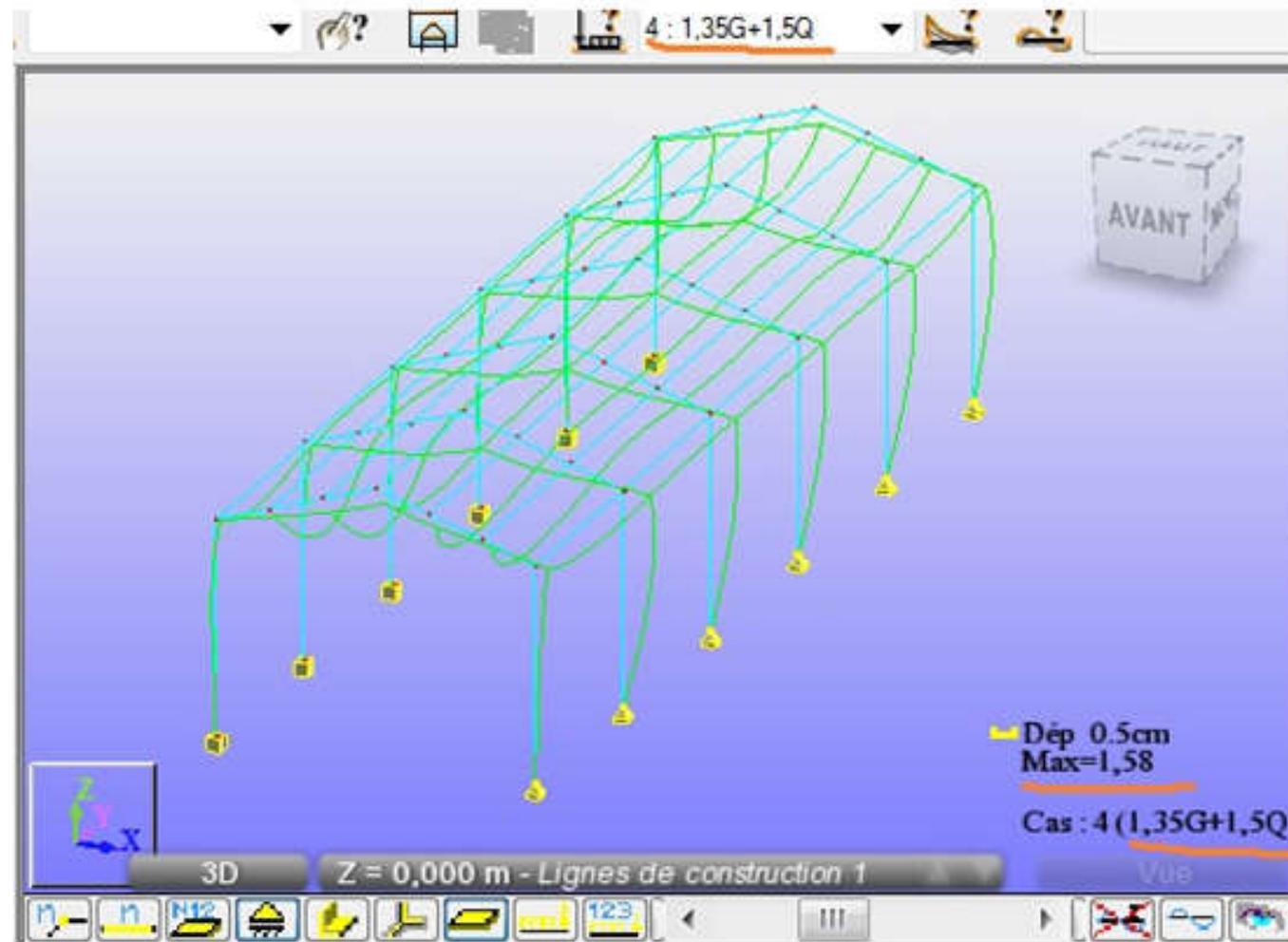
On peut aussi afficher la déformée par la boîte de dialogue **Diagrammes** et démarrer une animation en cliquant sur **Démarrer** comme illustré sur la figure

et à l'aide de la barre de commande de l'animation on peut enregistrer cette animation en fichier (.avi)



## 2 . Etapes de modélisation par le logiciel RSA 2010

61



Dr. LAFIFI B.