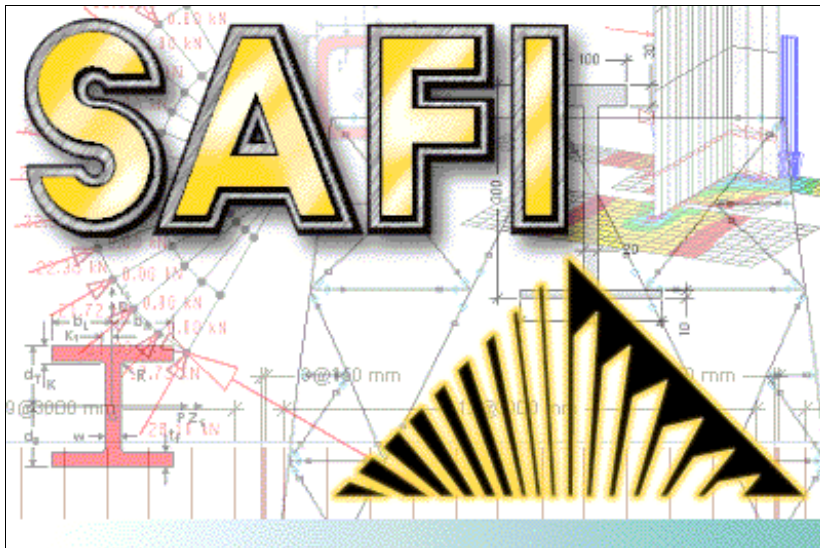




# Exemples de Projets SAFI

Conception d'un poste électrique triangulé

---



Société Informatique SAFI Inc.  
3393, chemin Sainte-Foy  
Ste-Foy, Québec, G1X 1S7  
Canada

Contact: Rachik Elmaraghy, P.Eng., M.A.Sc.

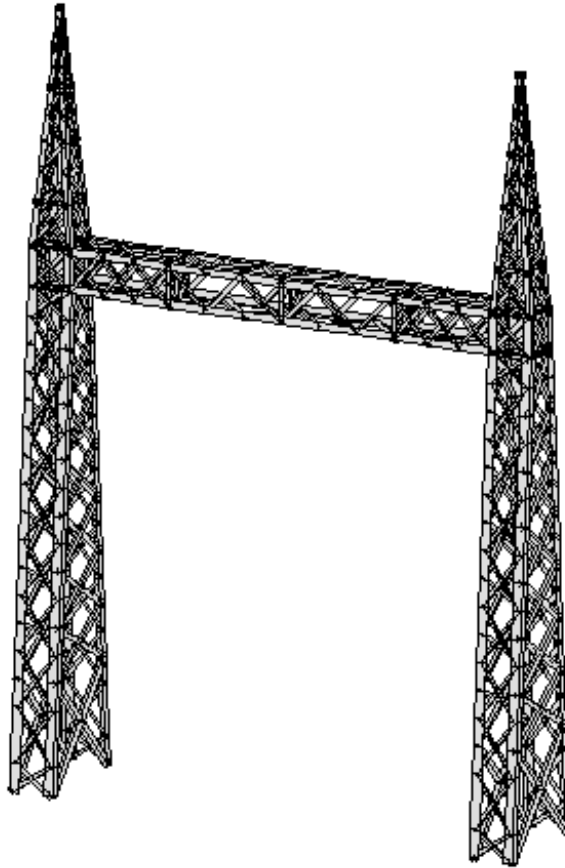
Tél.: 1-418-654-9454  
1-800-810-9454  
Fax: 1-418-653-9475

Site Internet: <http://www.safi.com>  
Courriel: [info@safi.com](mailto:info@safi.com)

# Conception d'un poste électrique triangulé

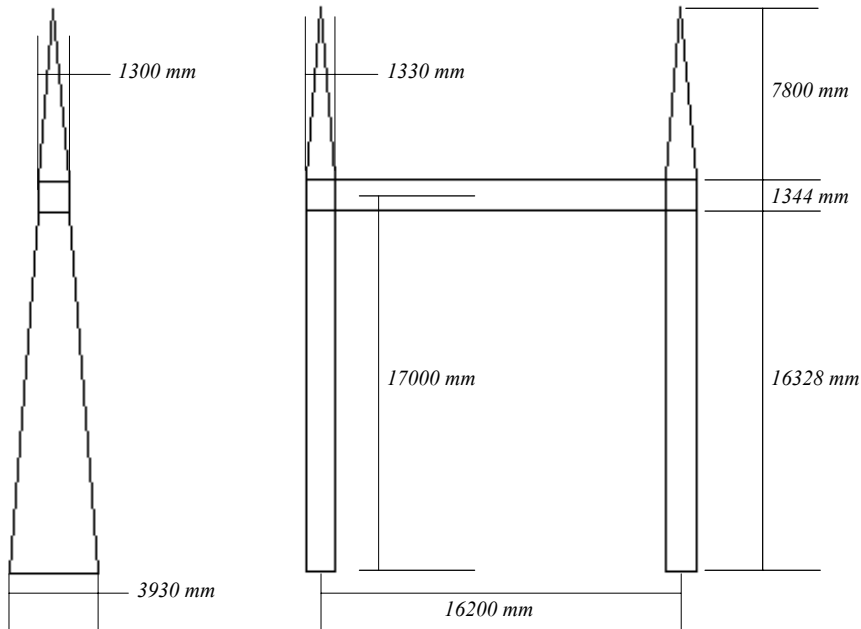
## Introduction

Dans ce premier exemple, nous allons modéliser un poste électrique composé de deux colonnes et d'une poutre tel que présenté à la figure ci-dessous.




## Dimensions

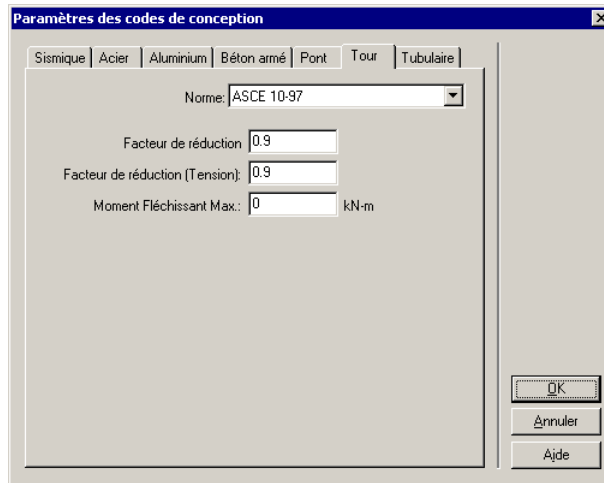
Les deux colonnes sont identiques et composés de trois segments. Le segment de base a une hauteur de 16328 mm, le segment médian une hauteur de 1344 mm et la crête une hauteur de 7800 mm pour une hauteur totale de 25472 mm. L'élévation de la poutre (p/r à sa ligne centrale) est de 17000 mm. La poutre a une hauteur de 1344 mm et une profondeur de 1300 mm. La distance (centre-centre) entre les colonnes est de 16200 mm. La figure ci-dessous résume les dimensions utiles



## Étape 1 - Norme

La façon dont le modèle sera généré et les paramètres de conception calculés dépend de la norme de conception sélectionnée. Ainsi, la première opération à effectuer lors de la modélisation d'une tour est de spécifier cette information.


Sélectionnez la commande **Paramètres** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. Remplissez la boîte de dialogue tel que montré ci-dessous.

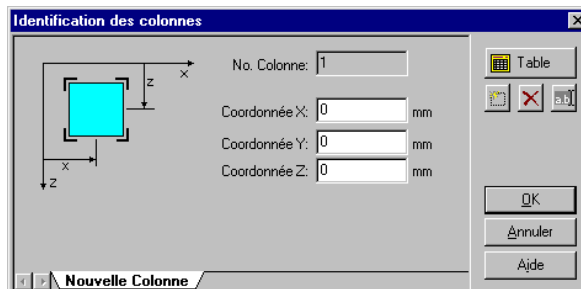




## Étape 2 - Localisation des colonnes

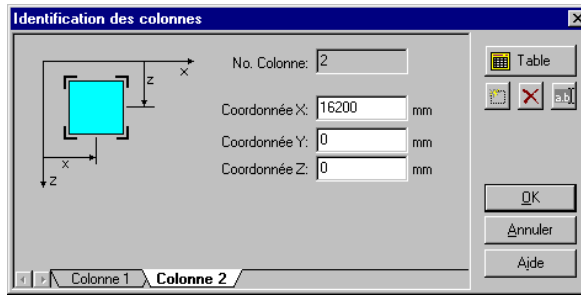
Lorsque la norme est déterminée, nous pouvons commencer à créer le modèle. Dans le générateur automatique de tours, les poutres ne peuvent être définies qu'en les rattachant à des colonnes ou à d'autres poutres existantes. Ainsi, les colonnes de la tour doivent être définies en premier.

Les colonnes sont localisées par rapport à leur ligne centrale. Cette étape consiste uniquement à localiser les colonnes dans l'espace, les dimensions et la forme des colonnes seront spécifiés ultérieurement. Il est aussi nécessaire ici de donner des noms descriptifs aux différentes colonnes de façon à pouvoir s'y référer au cours des étapes suivantes de modélisation.

Sélectionnez la commande **Identification des colonnes** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. La boîte de dialogue suivante est affichée.



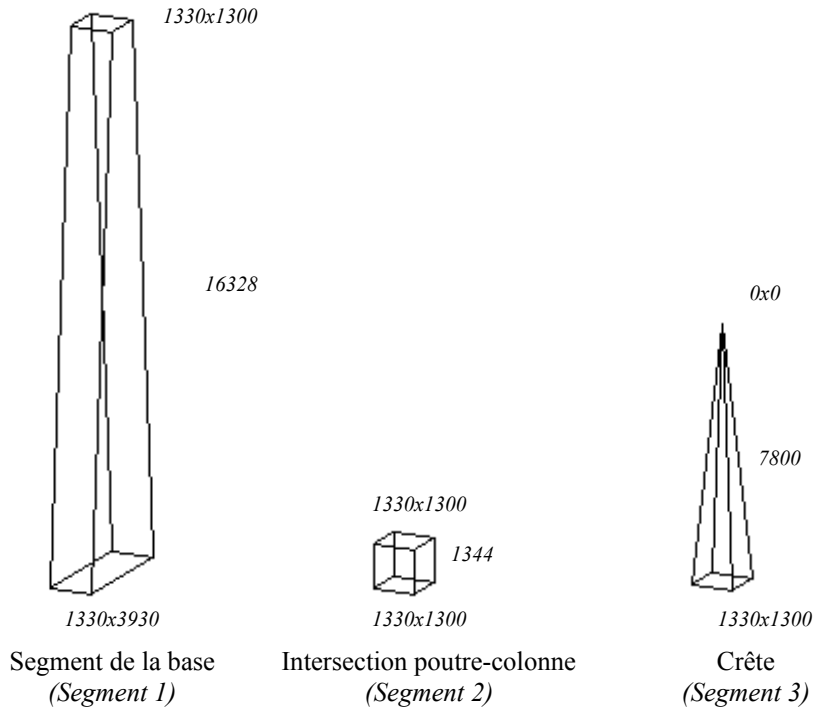
La première colonne est disposée à l'origine des axes globaux (0, 0, 0) ce qui correspond aux valeurs par défaut. Pour la première colonne, renommez simplement la colonne pour *Colonne 1* en cliquant sur le bouton . Lorsque c'est fait, cliquez sur le bouton  pour ajouter une deuxième colonne. Remplissez les données de la boîte de dialogue comme suit et cliquez sur le bouton **OK**.




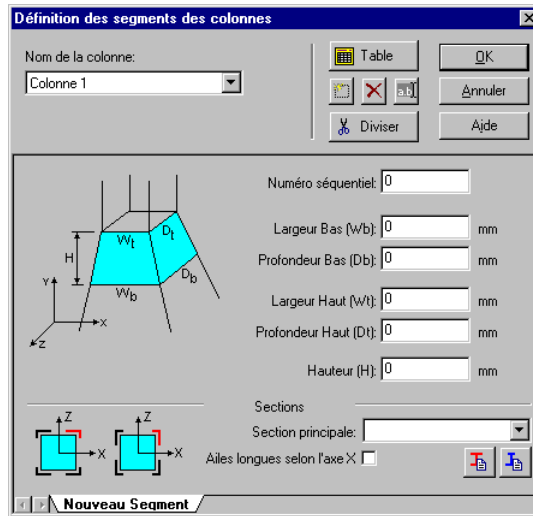
### Étape 3 - Spécification de la forme des colonnes


Lorsque les colonnes sont localisées dans l'espace, nous pouvons spécifier leurs dimensions. La forme des colonnes est déterminée par l'intermédiaire d'un nombre de segments trapézoïdaux qui, combinés ensemble, formeront la colonne

Dans cet exemple, chaque colonne peut être représentée par trois segments, un pour la base de la colonne, un pour le point d'attache de la poutre et un pour la crête.

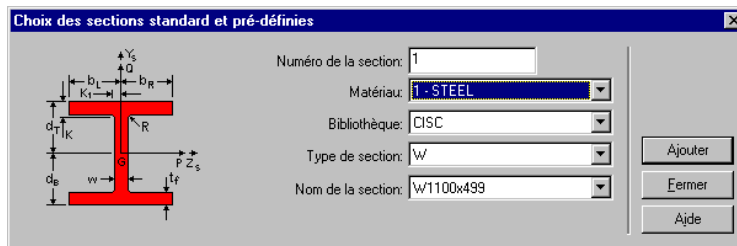


Pour définir ces segments, sélectionnez la commande **Segments des colonnes** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  sur la barre d'outils **Tours**. La boîte de dialogue suivante est affichée.



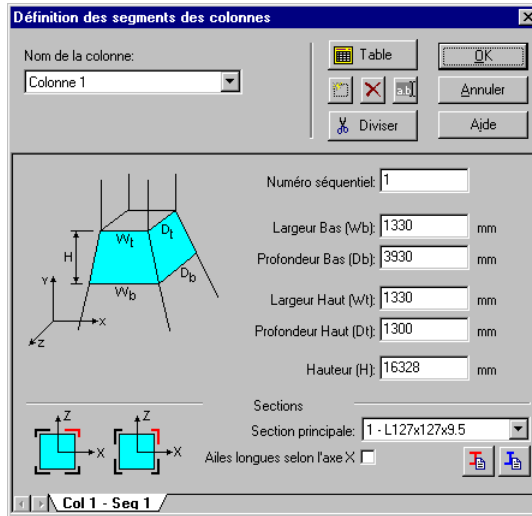
Le profilé devant être assigné aux membrures principales de la colonne doit être spécifié pour chaque segment. Pour le présent exemple, nous utiliserons une cornière standard L127x127x9.5 pour le segment de base, une cornière L102x102x7.9 pour le segment médian (intersection poutre-colonne) et une cornière L76x76x4.8 pour la crête. Pour définir ces sections, cliquez sur le bouton  dans le coin inférieur droit de la boîte de dialogue..


La boîte de dialogue suivante est affichée dans laquelle il est possible d'ajouter les sections requises à la base de données courante.

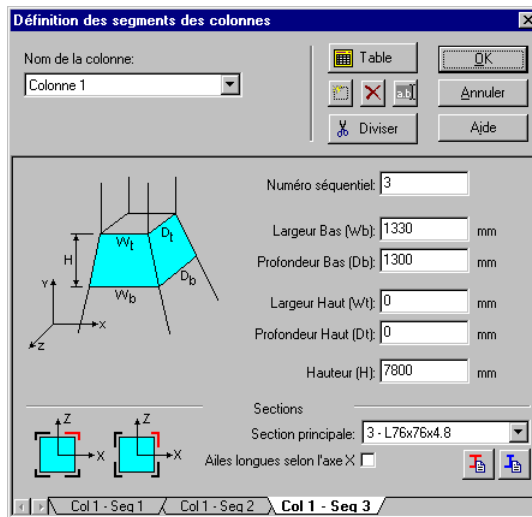
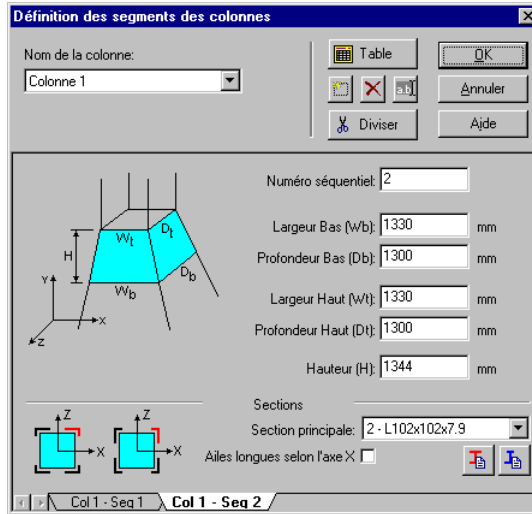


Sélectionnez *STEEL* comme **matériau** et *CISC* comme **Bibliothèque**. Dans la liste **Type de section**, sélectionnez *L (égale)* de façon à obtenir la liste des cornières à ailes égales contenues dans la base de données des sections CISC. Dans la liste **Nom de la section**, sélectionnez *L127x127x9.5* et cliquez sur le bouton **Ajouter**. Répéter cette opération pour la section *L102x102x7.9* et la section *L76x76x4.8*. Lorsque c'est fait, cliquez sur le bouton **Fermer**.

De retour dans la boîte de dialogue **Définition des segments des colonnes**, spécifier les dimensions du premier segment tel que présentées ci-dessous et renommez ce segment pour l'appeler *Col 1 - Seg 1*.




Cliquez sur le bouton  pour ajouter un segment à la colonne courante (*Colonne 1*). Ce segment représente la portion de la colonne à l'intersection entre la colonne et la poutre. Spécifiez les dimensions de ce segment tel que présenté ci-dessous. Répétez cette opération pour le segment de crête. L'option **Ailes longues selon l'axe X** n'est pas utilisée ici, cette option sert à orienter les cornières à ailes inégales.

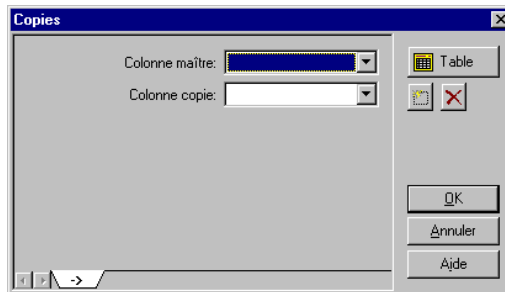


Cette opération pourrait être répétée pour la seconde colonne (*Colonne 2*). Cependant, puisque les deux colonnes sont identiques, nous allons plutôt définir la deuxième colonne comme étant une copie de la première colonne de façon à ce qu'elle (la deuxième colonne) hérite des attributs de la première colonne.

## Étape 4 - Création de la colonne esclave

Lorsqu'une tour est composée de plusieurs colonnes identiques, il est possible de lier ces colonnes (les colonnes esclaves) à une colonne maître. Les colonnes esclaves hériteront alors des attributs (dimensions, panneaux, etc.) de la colonne maître ce qui évite de définir plusieurs fois la même colonne. Les diaphragmes et les connexions rigides ne sont pas copiés de cette façon, ils doivent être définis séparément pour chaque colonne. Les colonnes esclaves doivent tout de même être localisées dans l'espace avant d'être liées à une colonne maître (voir **Étape 2 - Localisation des colonnes**)

Pour définir les colonnes esclaves, sélectionnez la commande **Créer des copies** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. La boîte de dialogue suivante devrait alors s'afficher.




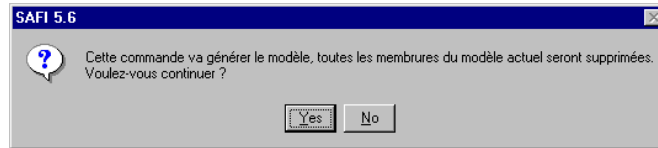
Sélectionnez *Colonne 1* dans la liste **Colonne maître** et *Colonne 2* dans la liste **Colonne copie** pour lier la deuxième colonne à la première colonne.





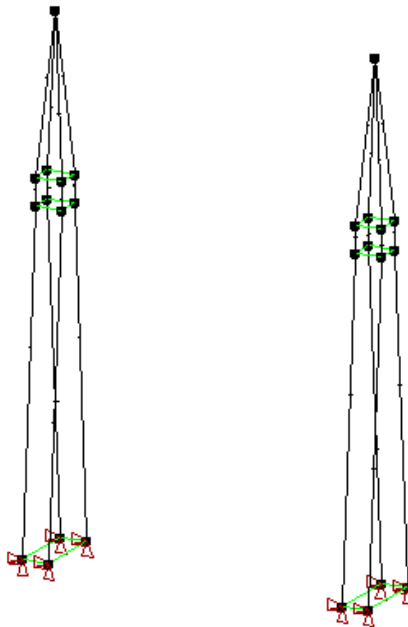
Lorsque c'est fait, cliquez sur le bouton **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Copies**.

Tel que mentionné dans la partie référence de ce manuel, des modèles partiels peuvent être générés ce qui permet de valider les données d'entrées tout au cours du processus de modélisation. Pour

générer le modèle courant, sélectionnez la commande **Génération du modèle** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. Lorsque cette commande est activée, une confirmation vous est demandée. Lorsque la commande **Génération du modèle** est exécutée, le modèle courant est effacé et remplacé par le modèle de tour tel que défini.



Cliquez sur **Oui** pour générer le modèle. Il est possible que l'échelle de visualisation du modèle soit inadéquate, cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Caméra** ou sélectionnez la commande **Ajuster à l'écran** du menu *Affichage/Caméra*. Vous pouvez aussi définir une vue isométrique pour voir le modèle en 3D (bouton  ou commande **Vue isométrique** du menu *Affichage/Caméra*). Le modèle devrait ressembler à ceci :

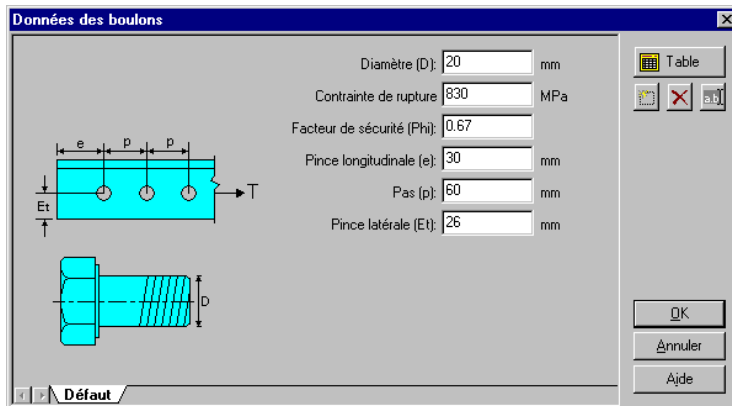


## Étape 5 - Définition des boulons

Avant de créer les faces des colonnes, il est nécessaire de définir les paramètres des boulons qui serviront à connecter les différents éléments de la tour. Pour les besoins de l'exemple, nous définirons un seul boulon type qui servira pour tous les éléments de la tour. SAFI permet l'utilisation d'un nombre illimité de boulons dans un modèle avec un maximum de cinq types de boulons différents pour un panneau donné.

Pour définir les boulons, sélectionnez la commande **Données des boulons** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  sur la barre d'outils **Tours**. La boîte de dialogue suivant est alors affichée.

Nous définirons un boulon M20 standard (diamètre de 20 mm). Remplissez les données requises tel que présentées ci-dessous et renommez le boulon pour l'appeler *Défaut* en cliquant sur le bouton

Boîte de dialogue **Données des boulons** :

- Diamètre (D): 20 mm
- Contrainte de rupture: 830 MPa
- Facteur de sécurité (Phi): 0.67
- Pince longitudinale (e): 30 mm
- Pas (p): 60 mm
- Pince latérale (Et): 26 mm

Diagrammes techniques :

- Plan de coupe montrant la disposition des boulons avec les dimensions e, p, p, Et et une force T.
- Vue en perspective d'un boulon avec les dimensions D et t.


Buttons : Table, OK, Annuler, Aide.

Statut : **Défaut**

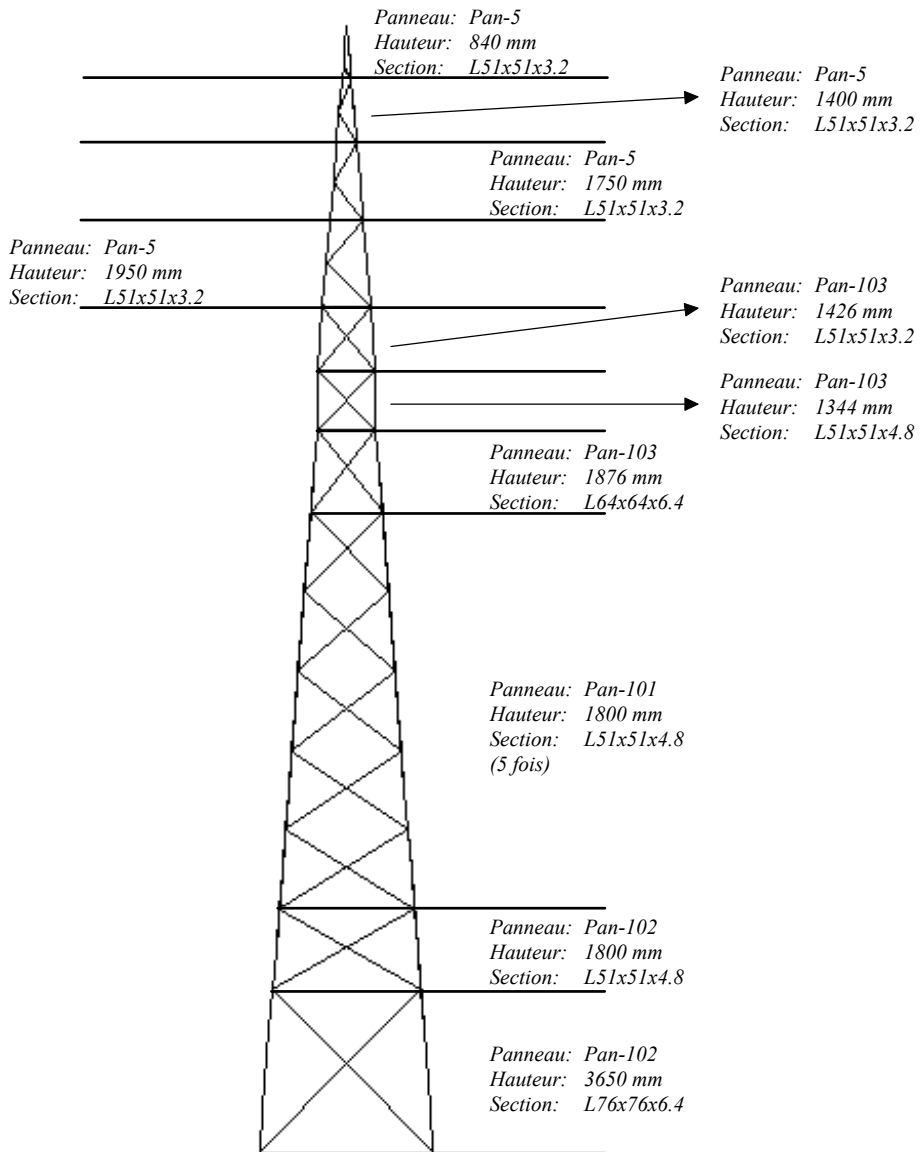
## Étape 6 - Création des faces des colonnes

Les faces des colonnes sont définies indépendamment des colonnes elles-mêmes. Les faces sont définies par des séquences de panneaux qui sont assignées ultérieurement aux colonnes. Il n'est pas nécessaire de définir une séquence de panneaux pour chaque face d'une colonne, si plusieurs faces de colonnes sont identiques, la même séquence peut leur être assignée.

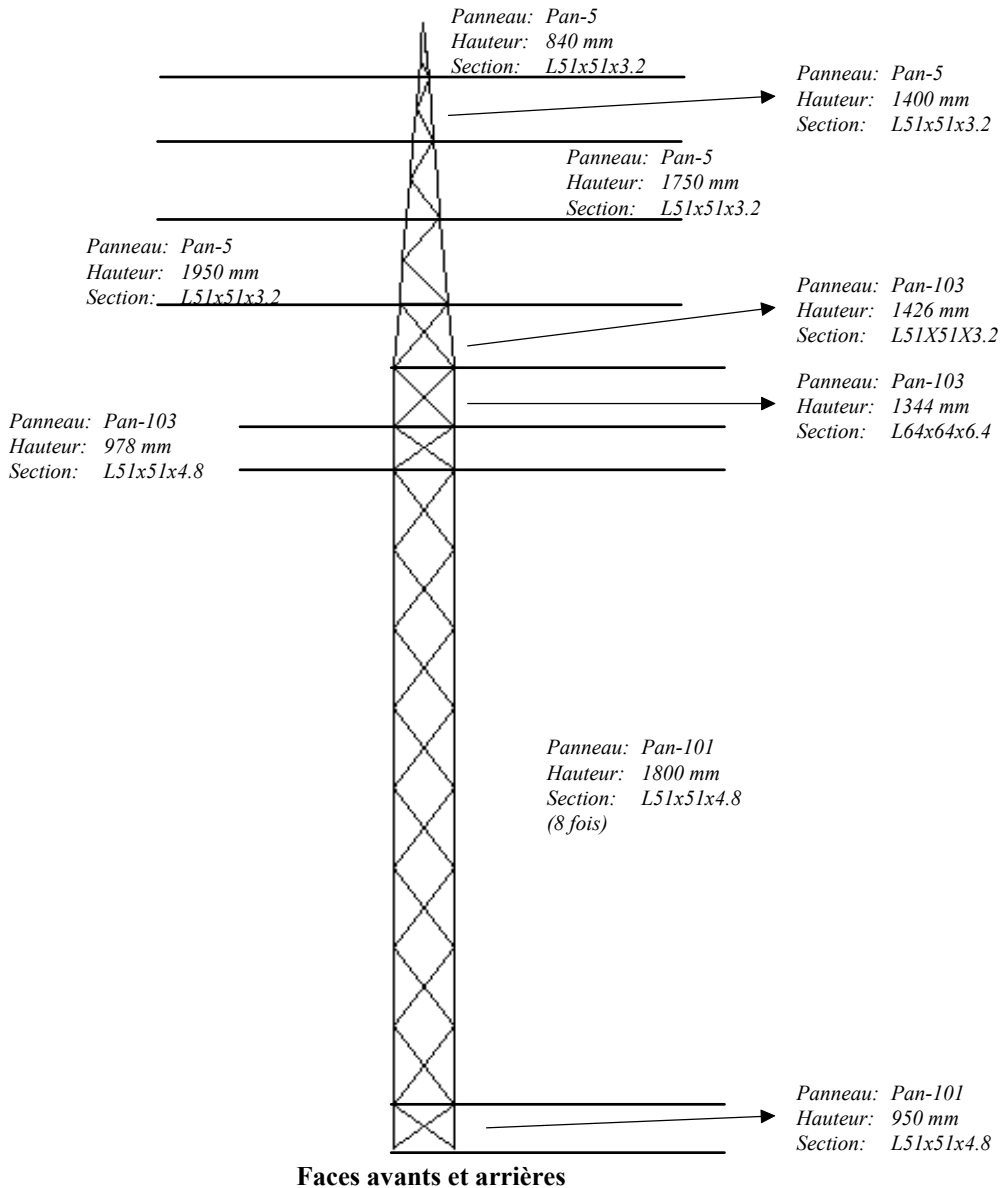
Les deux images qui suivent présentent les deux séquences de panneaux qui seront utilisées pour les colonnes avec la hauteur de chaque panneau et le profilé des diagonales de chaque panneau.

Sélectionnez la commande **Prototypes des faces des colonnes** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  sur la barre d'outils **Tours** pour ouvrir la boîte de dialogue **Prototypes des faces des colonnes**.

Les sections associées aux membrures principales des colonnes sont définies par la commande **Segments des colonnes** tel que décrit précédemment. Malgré que ces membrures soient présentés dans la fenêtre d'aperçu, elles ne seront pas modifiées par les paramètres des panneaux.



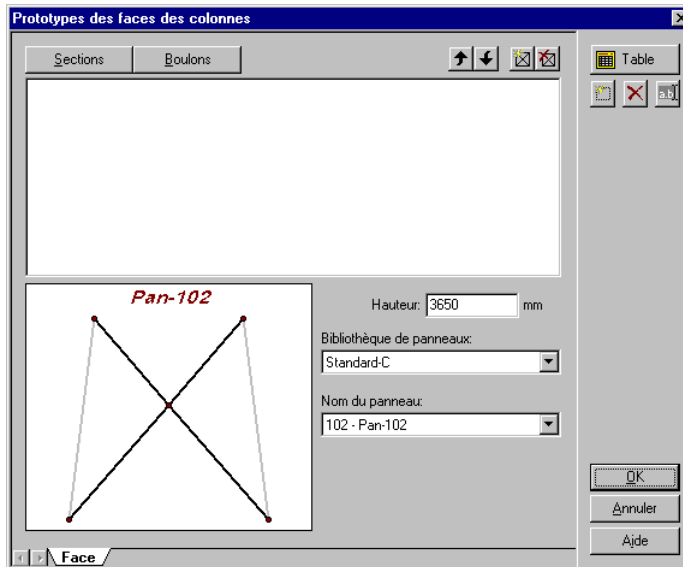
Faces latérales



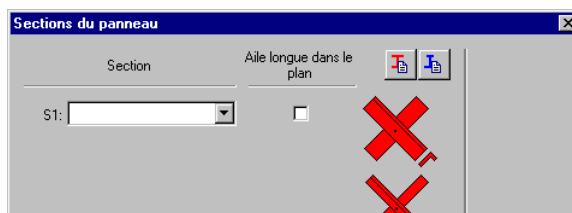
Commençons par les faces latérales. Renommer le premier (et seul) onglet pour *Côtés*. Sélectionnez la bibliothèque *Standard-C* dans la liste **Bibliothèque de panneaux** et ensuite sélectionnez le panneau *Pan-102* dans la liste **Nom du panneau** (voir la figure *Faces latérales* ci-haut). Les panneaux dans une séquence sont créés dans l'ordre où ils apparaîtront sur la colonne. La hauteur

du premier panneau (base de la colonne) est de 3650 mm, entrez donc 3650 dans le champ d'édition **Hauteur**.

La boîte de dialogue devrait ressembler à ceci:




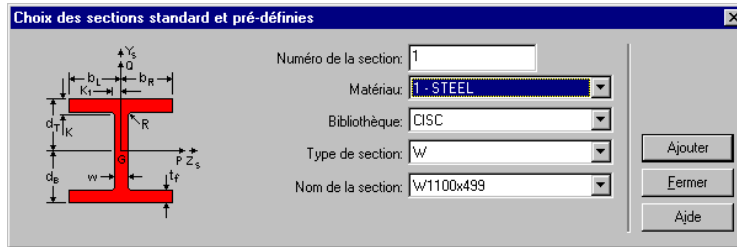
Pour assigner le profilé des membrures du panneau, cliquez sur le bouton **Sections** au haut de la boîte de dialogue.



Les cinq listes de sections permettent d'assigner cinq profilés différents aux membrures du panneau. Pour les panneaux des bibliothèques standards, seule la liste **S1** est utilisée, les autres listes peuvent être utilisées avec des panneaux personnalisés (voir le chapitre sur l'**Éditeur de panneaux**).

La section des diagonales du premier panneau est une cornière standard L76x76x6.4 qui n'est pas encore incluses dans la base de données courante. De la même manière qu'à l'étape 3, cliquez sur le

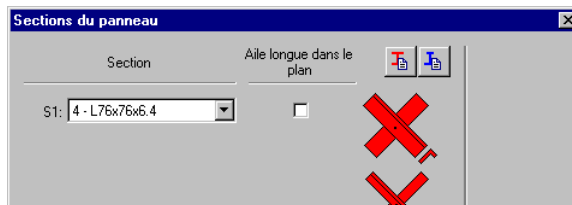
bouton  pour définir les profilés requis. Comme nous connaissons déjà les profilés des autres panneaux des colonnes, nous les définirons tous dans la même opération.



Ajouter les sections suivantes à la base de données et cliquez sur le bouton **Fermer**.

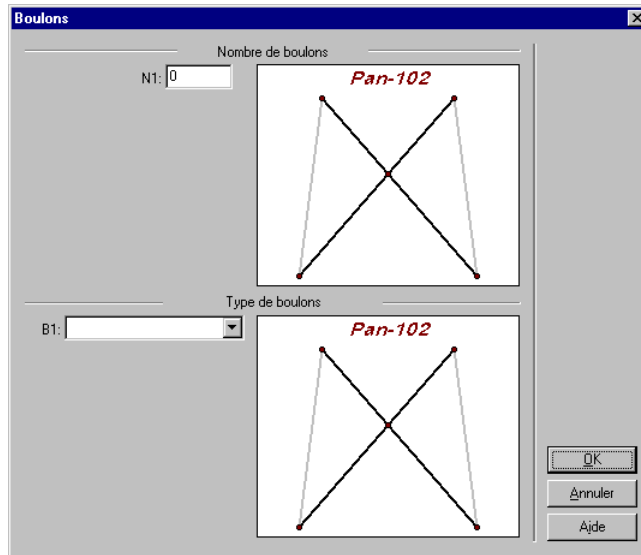
- L76x76x6.4
- L64x64x6.4
- L51x51x4.8
- L51x51x3.2

De retour dans la boîte de dialogue **Sections du panneau**, sélectionnez la cornière L76x76x6.4 dans la liste **S1**. L'option **Aile longue dans le plan** est utilisée seulement pour des cornières à ailes inégales et n'est donc pas requise ici.



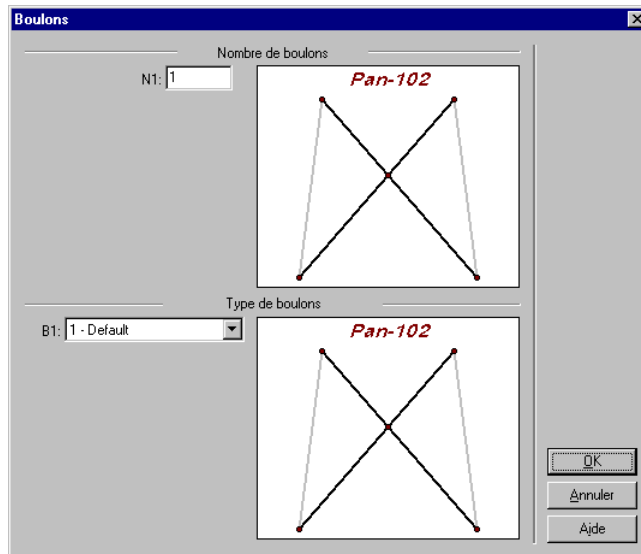
Cliquez sur le bouton **OK** lorsque vous avez terminé.


La dernière opération requise pour définir complètement le premier panneau est la détermination du nombre et du type de boulons à chaque extrémités des membrures du panneau. Pour définir ces paramètres, cliquez sur le bouton **Boulons**.

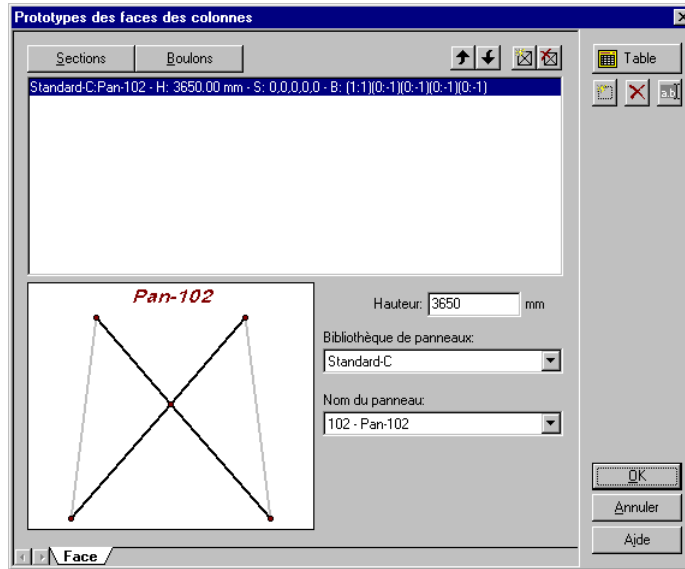



Pour cet exemple, nous utiliserons un seul boulon (le boulon nommé *Défaut*) à chaque extrémité des membrures et ce pour tous les panneaux.

Spécifiez les données telles que présentées ci-dessous et cliquez sur le bouton **OK**.



Le premier panneau est maintenant complet, ajoutez le à la liste en cliquant sur le bouton  au haut de la boîte de dialogue. Vous devriez alors apercevoir le résumé du panneau dans la liste.




Cliquez de nouveau sur le bouton  pour créer un nouveau panneau. Le premier panneau est alors dupliqué et automatiquement sélectionné dans la liste. Entrez la hauteur du second panneau (1800 mm) assignez la section L51x51x4.8 aux diagonales. Puisque les boulons sont identiques pour tous les panneaux, il n'est pas nécessaire de les modifier. Le deuxième panneau est un panneau standard *Pan-102* qui devrait déjà être sélectionné. Répétez ce processus pour les autres panneaux tel que décrits à la figure **Faces latérales**.

À la fin, la liste devrait contenir les panneaux suivants dans cet ordre.

Standard-C:Pan-102 - H: 3650.00 mm - S: 4,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-102 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 1876.00 mm - S: 5,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 1344.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 1426.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1950.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1750.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1400.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 840.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)

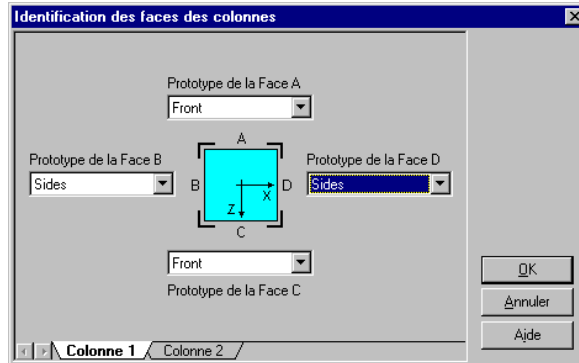
Pour éditer les paramètres d'un panneau existant, il suffit de le sélectionner dans la liste et de modifier le paramètre erroné.

Cliquez sur le bouton  dans le coin supérieur droit de la boîte de dialogue pour créer une seconde séquence de panneaux qui sera assignée aux faces avant et arrière des colonnes. Renommez cette séquence pour *Avant*.


En utilisant la procédure décrite ci-haut, définissez les panneaux pour les faces avant et arrière tels que décrits à la figure **Faces avant et arrière**. La séquence pour ces deux faces devrait contenir les panneaux suivants dans le même ordre.

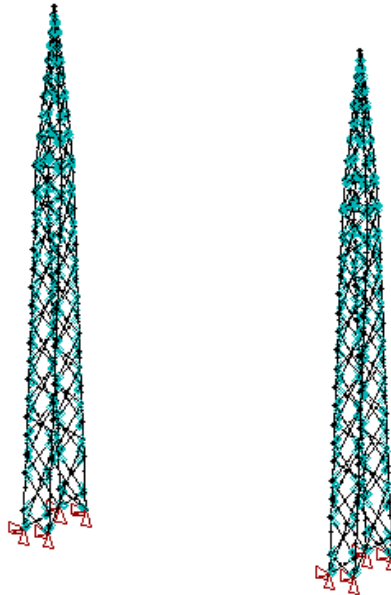
Standard-C:Pan-101 - H: 950.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-101 - H: 1800.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 978.00 mm - S: 6,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 1344.00 mm - S: 5,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-103 - H: 1426.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1950.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1750.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 1400.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)
Standard-C:Pan-5 - H: 840.00 mm - S: 7,-1,-1,-1,-1 - B: (1:1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)(-1:-1)





Cliquez sur le bouton **OK** lorsque vous avez terminé.


À cette stade, les colonnes sont complètement définies et peuvent être générées. Nous allons générer ces colonnes de façon à valider les données d'entrées. Sélectionnez la commande **Génération du modèle** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. Cliquez sur **Oui** lorsque SAFI vous demandera une confirmation. Le modèle devrait ressembler à ceci:

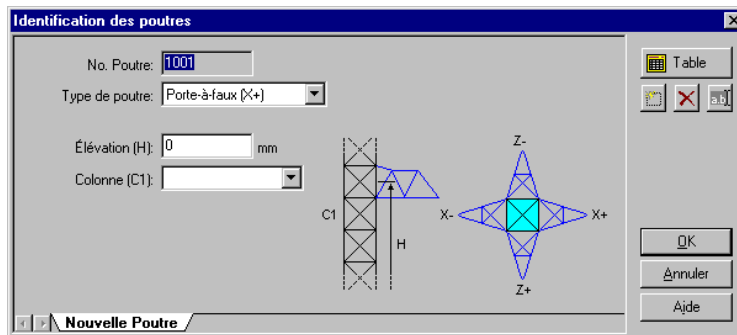


Les cercles vert aux extrémités des membrures représentent les fixités (rotules).

## Étape 8 - Localisation de la poutre

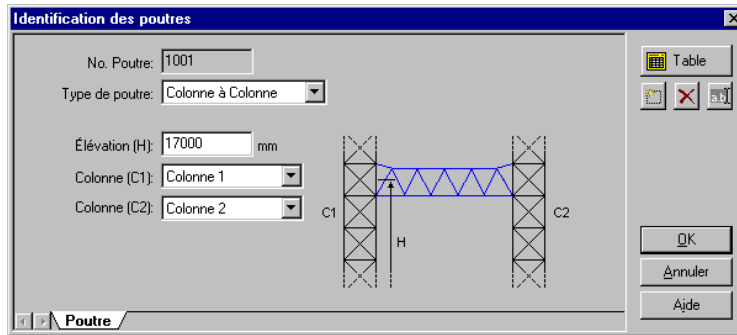
Dans le module de tours de SAFI, les poutres doivent toujours être rattachées à une colonne ou une autre poutre. Elles ne sont pas localisées dans l'espace comme c'est le cas pour les colonnes.

Sélectionnez la commande **Identification des poutres** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. La boîte de dialogue suivante s'affiche alors à l'écran.



Un total de sept types de poutres sont disponibles soient des porte-à-faux selon X+, X-, Z+ et Z-, des poutres entre deux colonnes, des poutres entre une colonne et une poutre et des poutres entre deux poutres.

Renommez l'onglet et nommez le *Poutre* pour clairement identifier la poutre. Ensuite, sélectionnez *Colonne à colonne* dans la liste **Type de poutre** pour créer une poutre entre les deux colonnes du modèle. Dans la liste **Colonne (C1)** sélectionnez la première colonne (*Colonne 1*) et sélectionnez *Colonne 2* dans la liste **Colonne (C2)**. L'élévation de la poutre est mesurée par rapport à l'origine des axes globaux jusqu'au centre de la poutre en son point de départ (l'élévation correspond à la coordonnée Y de la ligne centrale de la poutre). L'élévation, telle que montrée dans la description du modèle au début de ce chapitre est de 17000 mm. Entrez 17000 dans le champ d'édition **Élévation**.

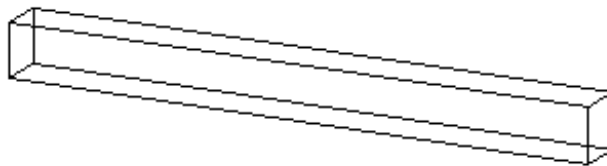


Cliquez sur le bouton **OK** lorsque vous avez terminé.


## Étape 9 - Définition des segments de la poutre

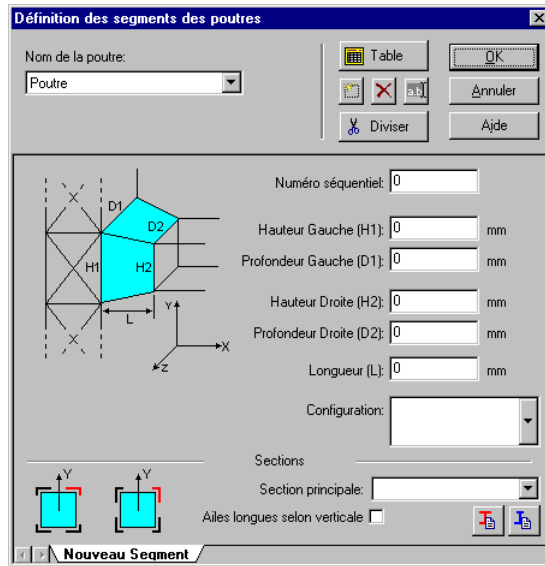
Après que la poutre soit identifiée, nous pouvons spécifier ses dimensions. La forme de la poutre est déterminée par un nombre de segments trapézoïdaux qui, combinés ensemble, détermineront la forme finale de la poutre. La méthode de détermination de la forme des poutres est similaire à la méthode utilisée pour les colonnes.

Dans le présent exemple, la poutre peut être représentée par un segment unique de dimensions constantes.



Hauteur: 1330 mm  
 Profondeur: 1300 mm  
 Longueur: 14870 mm

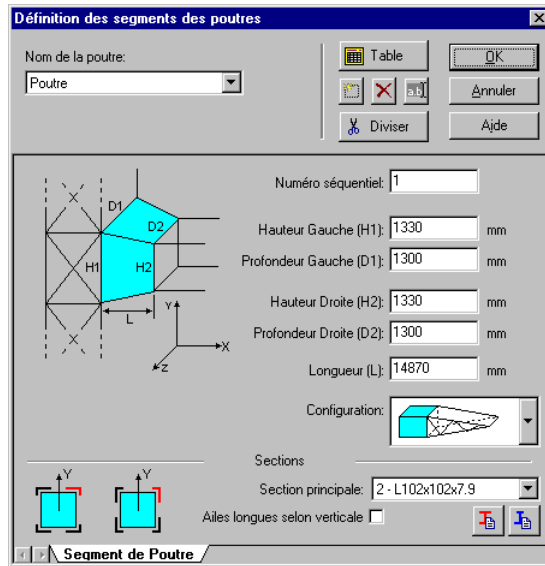
Sélectionnez la commande **Segments des poutres** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**.



Renommez l'onglet pour *Segment de poutre*. Ensuite, entrez *1* dans le champ d'édition **Numéro séquentiel** et spécifiez les dimensions des segments tel que présenté ci-dessous. Lorsqu'une poutre est définie par l'intermédiaire de plusieurs segments, les longueurs de ces segments sont bien entendu importantes. Cependant, si la forme de la poutre peut être représentée par un seul segment et la poutre n'est pas un porte-à-faux, la longueur du segment peut être spécifiée comme toute longueur différente de zéro. Le segment sera étiré pour couvrir toute la longueur de la poutre.


La configuration de la poutre permet de spécifier de quelle façon les dimensions du segment seront utilisées. Pour un segment de dimensions constantes, toute les configurations mèneront aux mêmes résultats.

La section des membrures principales de la poutre est aussi assignée ici. Pour l'exemple, nous utiliserons une cornière standard L102x102x7.9. Sélectionnez la dans la liste **Section principale** et cliquez sur **OK**.



## Étape 10 - Création des faces de la poutre

Les faces des poutres sont définies indépendamment des poutres elles-mêmes. Les faces sont définies par des séquences de panneaux qui sont assignées ultérieurement aux poutres. Il n'est pas nécessaire de définir une séquence de panneaux pour chaque face d'une poutre, si plusieurs faces de poutres sont identiques, la même séquence peut leur être assignée.


Sélectionnez la commande **Prototypes des faces des poutres** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours** pour ouvrir la boîte de dialogue **Prototypes des faces des poutres**.

L'image qui suit montre la séquence de panneaux avec les longueurs, le type et la section des diagonales de chaque panneau.

Les sections associées aux membrures principales des poutres sont définies par la commande **Segments des poutres** tel que décrit précédemment. Malgré que ces membrures soient présentés dans la fenêtre d'aperçu, elles ne seront pas modifiées par les paramètres des panneaux.

Panneau: 101 Longueur: 1145 mm Section: L51x51x4.8 (3 fois)	Panneau: 4 Longueur: 2666 mm Section: L64x64x6.4 (3 fois)	Panneau: 101 Longueur: 1145 mm Section: L51x51x4.8 (3 fois)

**Dimensions des panneaux de la poutre**

Tel qu'il a été mentionné précédemment, nous allons éditer les prototypes des faces de la poutre par l'intermédiaire de la table. Cliquez sur le bouton  **Table** pour ouvrir la table.

La table est composée d'une série de colonnes où chacune de ces colonnes représente les paramètres d'un panneau. À ce stade, la table ne contient aucune ligne. Appuyez sur la touche **INS** ou sélectionnez la commande **Insérer** du menu **Commandes** pour insérer une nouvelle ligne. Chaque ligne de la table contient les paramètres d'un panneau.

Les deux premières colonnes de la table définissent l'identificateur et le nom de la séquence de panneau. Entrez *I* comme identificateur et *Face* comme nom. La colonne suivante de la table (**Ordre**) représente le numéro séquentiel d'un panneau dans la séquence. Entrez *I* dans la cellule correspondante.

La quatrième colonne de la table (**Bibliothèque**) contient la liste de tous les bibliothèques de panneaux disponibles. Sélectionnez *Standard-B* dans cette liste puisque nous utiliserons les panneaux de la bibliothèque standard. Dans la cinquième colonne de la table, (**No. Panneau**), entrez l'identificateur du panneau. En se référant à l'image plus haut, le premier panneau de la séquence est le panneau *Pan-101* (dont l'identificateur est 101) entrez donc *101* comme identificateur du panneau.

Ensuite, entrez la longueur du premier panneau la colonne **Longueur** (entrez 1145.0). Ceci complète la détermination des paramètres géométrique du premier panneau. Maintenant, assignons la sections et les données des boulons pour ce panneau.

Les dix colonnes suivantes de la table (**No. Section S1, Aile longue dans le plan (S1) à No. Section S5, Aile longue dans le plan (S5)**) permet de définir jusqu'à cinq sections pour les diagonales du panneau. Pour les panneaux des bibliothèques standards, seule la section **S1** est utilisée, les autres colonnes peuvent être utilisées avec des panneaux personnalisés (voir le chapitre sur l'**Éditeur de panneaux**). La section L51x51x4.8 est définie comme étant la section #6. Entrez 6 dans la colonne **No. Section S1**. Puisqu'il s'agit d'une cornière à ailes égales, le champ **Aile longue dans le plan (S1)** est ignoré.

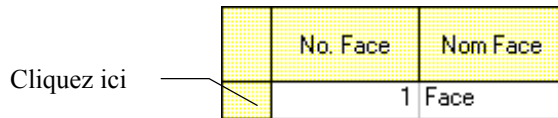
En faisant défiler la table vers la droite, allez à la colonne **Nb. Boulons N1**. Encore ici, nous allons utiliser un seul boulons (le boulon *Défaut*) à chaque extrémités des membrures. Entrez *1* dans le champ **Nb. Boulons N1** et *1* comme **Type de boulons B1** correspondant à l'identificateur du boulon défini à l'étape 5.

Le premier panneau de la poutre est maintenant complètement défini. La première (et unique) ligne de la table devrait contenir les données suivantes:

No. Face	Nom Face	Ordre	Bibliothèque	No. Panneau	Longueur mm
1	Face	1	Standard-B	101	1145,00

No. Section S1	Aile longue dans le plan (S1)	No. Section S2	Aile longue dans le plan (S2)	No. Section S3	Aile longue dans le plan (S3)	No. Section S4	Aile longue dans le plan (S4)	No. Section S5	Aile longue dans le plan (S5)
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Nb. Boulons N1	Type de boulons B1	Nb. Boulons N2	Type de boulons B2	Nb. Boulons N3	Type de boulons B3	Nb. Boulons N4	Type de boulons B4	Nb. Boulons N5	Type de boulons B5
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Pour créer les autres panneaux, nous allons copier le premier panneau huit fois et nous éditerons ces nouveaux panneaux. Sélectionnez la première ligne de la table en cliquant sur l'étiquette de la ligne (vois ci-dessous).



La ligne devrait être mise en surbrillance pour montrer qu'elle est sélectionnée. Dans le menu **Commandes**, sélectionnez la commande **Copier** pour copier la ligne dans le *Presse-Papier*. Ensuite, sélectionnez la commande **Coller** pour créer un nouveau panneau identique au premier. Répétez cette dernière opération sept fois pour créer sept autres copies de ce panneau. À ce stade, la table devrait contenir neuf lignes identiques.

Premièrement, modifiez les numéro séquentiels de façon à ce que la première ligne aie le numéro 1, la deuxième ligne le numéro 2 et ainsi de suite jusqu'à la neuvième ligne qui devrait avoir le numéro 9.

Le **No. Panneau** des trois panneaux du milieu doivent être changés de *101* à *4* et leurs longueurs devraient être changer de *1145.0* à *2666.0*. La section des membrures de ces panneaux est une cornière L64x64x6.4 qui est définie avec le numéro 5. Le nombre de boulons et le type de boulons n'ont pas besoin d'être modifiés. La table devrait maintenant contenir les données suivantes:

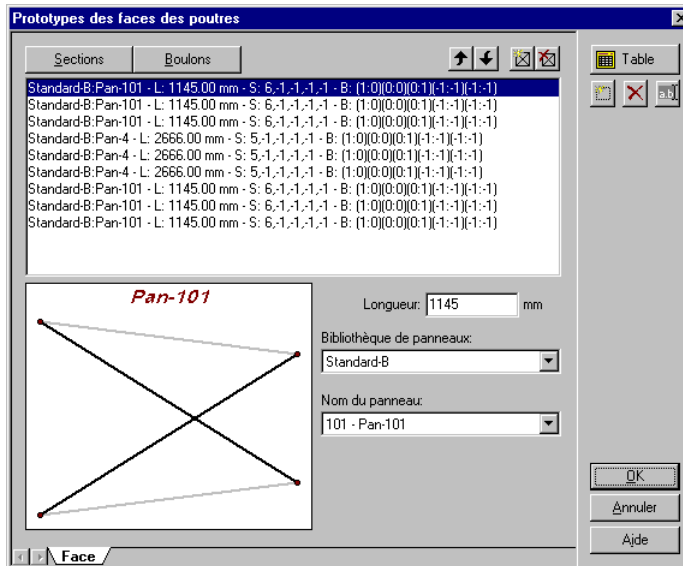
No. Face	Nom Face	Ordre	Bibliothèque	No. Panneau	Longueur mm
1	Face	1	Standard-B	101	1145,00
1	Face	2	Standard-B	101	1145,00
1	Face	3	Standard-B	101	1145,00
1	Face	4	Standard-B	4	2666,00
1	Face	5	Standard-B	4	2666,00
1	Face	6	Standard-B	4	2666,00
1	Face	7	Standard-B	101	1145,00
1	Face	8	Standard-B	101	1145,00
1	Face	9	Standard-B	101	1145,00

No. Section S1	Aile longue dans le plan (S1)	No. Section S2	Aile longue dans le plan (S2)	No. Section S3	Aile longue dans le plan (S3)	No. Section S4	Aile longue dans le plan (S4)	No. Section S5	Aile longue dans le plan (S5)
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>

Nb. Boulons N1	Type de boulons B1	Nb. Boulons N2	Type de boulons B2	Nb. Boulons N3	Type de boulons B3	Nb. Boulons N4	Type de boulons B4	Nb. Boulons N5	Type de boulons B5
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0


Lorsque tous les panneaux sont définis correctement, cliquez sur le bouton **OK**. La boîte de dialogue **Prototypes des faces des poutres** devrait être comme suit.

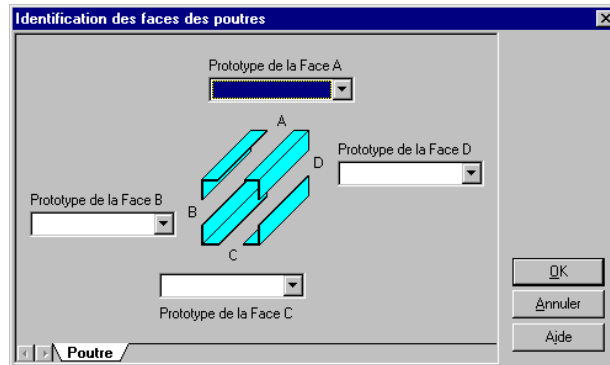


Cliquez sur le bouton **OK** pour sauvegarder les données et retourner à la fenêtre principale de SAFI.

Les deux méthodes d'édition des prototypes de panneaux présentées ici et à l'étape 6 mènent aux mêmes résultats. Les deux méthodes peuvent aussi être combinées de n'importe quelle façon. Par exemple, un panneau peut être créé dans la boîte de dialogue **Prototypes des faces des poutres** et édité, dupliqué ou supprimé par la suite dans la table et vice-versa. Cependant, lorsqu'un panneau est créé à partir de la table, certaines données sont requises pour que le panneau soit considéré valide et sauvegardé à la fermeture de la table. Les champs **No. Face**, **Ordre**, **Bibliothèque** et **No. Panneau** doivent être correctement définis dans la table pour que le panneau soit sauvegardé.

## Étape 11 - Assignment des faces de la poutre


Maintenant que les panneaux de la poutre sont définis, nous pouvons les assignés aux quatre faces de la poutre. Sélectionnez la commande **Identification des faces des poutres** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**.

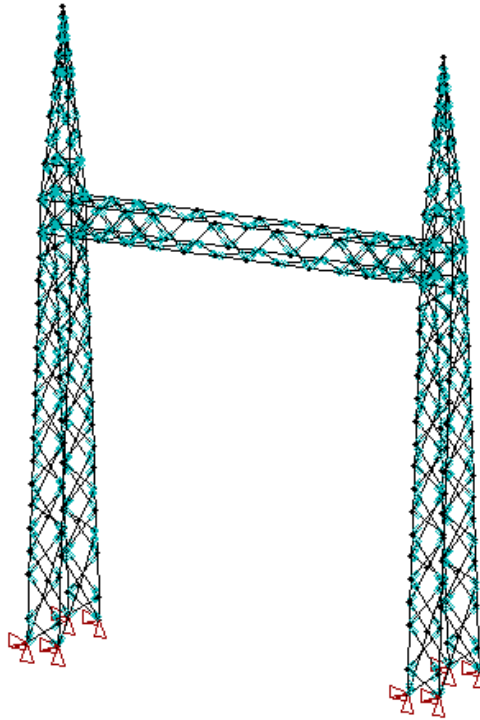


La boîte de dialogue affichée par cette commande contient un onglet pour chaque poutre du modèle. Dans cet exemple, un seul onglet représentant la seule poutre du modèle est présent.

La *Face A* d'une poutre est toujours la face supérieure de la poutre. De cette façon, la *Face B* est la face arrière, la *Face C* la face inférieure et la *Face D* est la face avant.


Sélectionnez la seule séquence de panneaux de poutres définies dans les quatre listes et cliquez sur le bouton **OK**.

À cette stade, le modèle peut être généré de façon à valider les données d'entrée. Sélectionnez la commande **Génération du modèle** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours**. Cliquez sur **Oui** lorsque SAFI vous demandera une confirmation. Le modèle devrait ressembler à ceci:



## Étape 12 - Création des connexions rigides

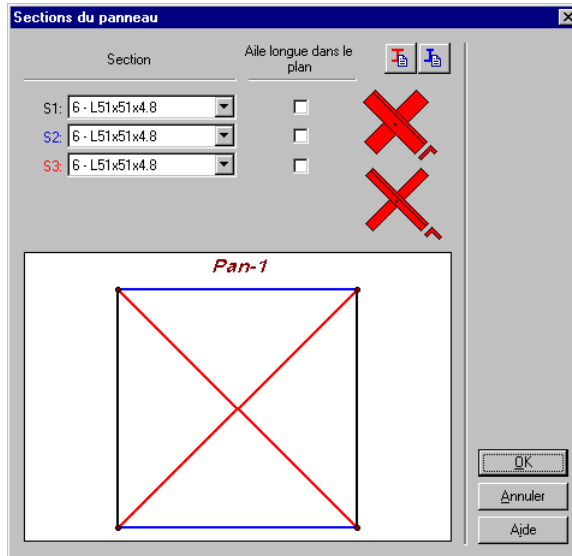
Maintenant que la structure de la tour est complètement définie, nous pouvons ajouter les connexions rigides et les diaphragmes. Les connexions rigides sont utilisées pour augmenter la résistance à l'écrasement des colonnes aux points d'attaches avec les poutres.

Sélectionnez la commande **Connexions poutres-colonnes** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours** pour ouvrir la boîte de dialogue **Connexions poutres-colonnes**.

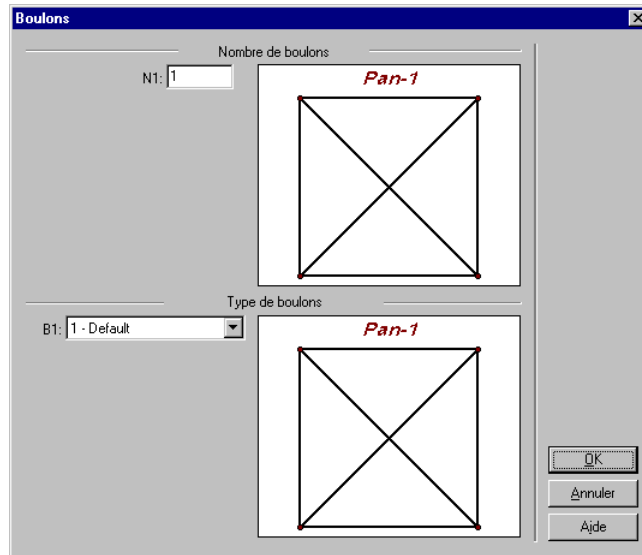
Premièrement, nous créerons la connexion rigide à l'intersection de la poutre avec la première colonne (*Colonne 1*). Dans la liste **Poutre**, sélectionnez la seule poutre du modèle (*Poutre*). Dans la liste **Poutre ou colonne**, sélectionnez la première colonne (*Colonne 1*). Notez que pour des structures plus complexes, il est possible de définir des connexions rigides à l'intersection de deux poutres.

Nous utiliserons le panneau *Pan-1* de la bibliothèque des diaphragmes standard (*Standard-D*). Le panneau *Pan-1* est un diaphragme simple en forme de croix. La section est une cornière standard L51x51x4.8 qui est déjà définie. Nous utiliserons un boulon de type *Défaut* à chaque extrémité des membrures.


Sélectionnez la bibliothèque *Standard-D* dans la liste **Bibliothèque de panneaux** et le panneau *Pan-1* dans la liste **Nom du panneau**. Cliquez sur le bouton **Sections** pour assigner la section L51x51x4.8.

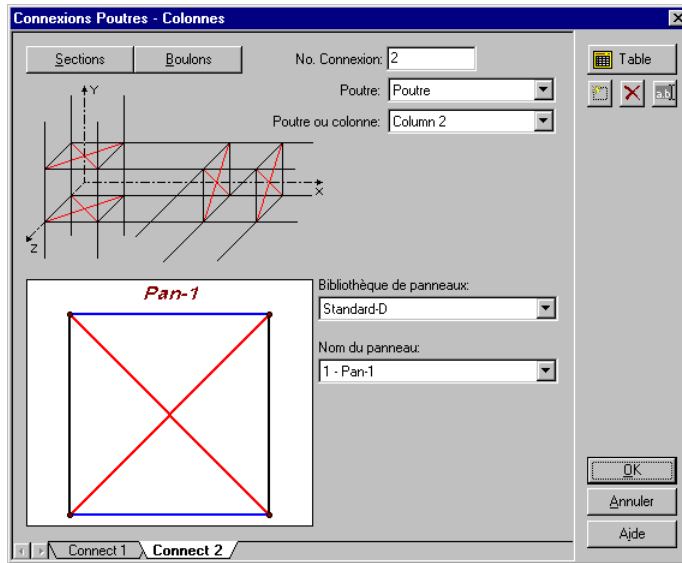


Ensuite, cliquez sur le bouton **Boulons** pour définir les paramètres des boulons du panneau. Spécifiez les données des boulons telles que ci-dessous.



Rappelez-vous que les membrures des panneaux standards sont tous liées à la section **S1**, le nombre de boulons **N1** et le type de boulons **B1**.

Lorsque vous avez terminé d'éditer la première connexion rigide, cliquez sur le bouton  dans le coin supérieur droit de la boîte de dialogue pour créer la deuxième connexion à l'intersection de la deuxième colonne (*Colonne 2*). Définissez cette deuxième connexion de la même manière que la première mais en sélectionnant *Colonne 2* dans la liste **Poutre ou colonne**.

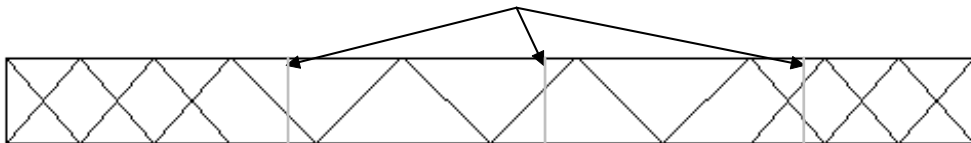


Lorsque les deux connexions rigides sont définies, cliquez sur le bouton **OK**.


## Étape 13 - Création des diaphragmes

En général, pour les postes électriques, les diaphragmes sont utilisés pour augmenter la résistance des poutres à l'écrasement où les câbles conducteurs sont attachés.

*Panneau: 9  
 Section: L51x51x4.8  
 @4100 mm, 8100 mm, 12100 mm  
 de la  $\zeta$  de Colonne 1*



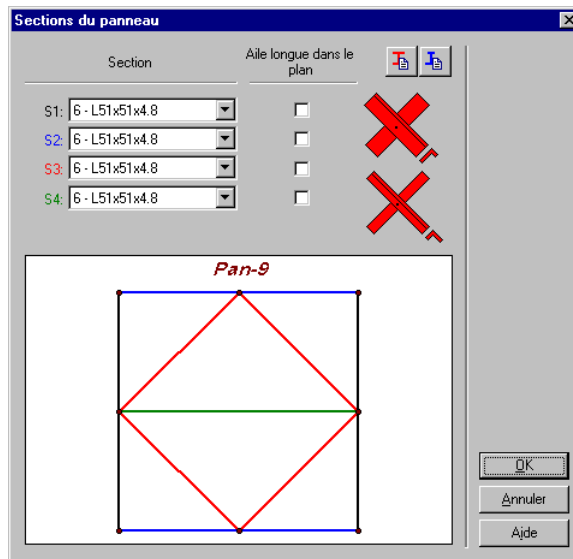
**Diaphragmes**

Sélectionnez la commande **Diaphragmes** du menu *Applications/Tour* ou cliquez sur le bouton  de la barre d'outils **Tours** pour ouvrir la boîte de dialogue **Diaphragmes**.

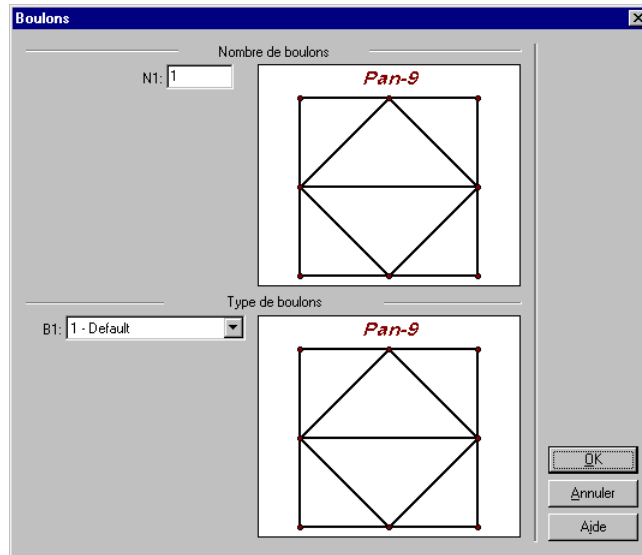
Spécifiez le **No. Diaphragme** à 1. Ensuite, sélectionnez la poutre (*Poutre*) dans la liste **Colonne ou poutre**. Spécifiez la **Position** telle que décrite ci-dessous. Lorsqu'un diaphragme est inséré dans une poutre, sa position est calculée à partir de la ligne centrale de la première colonne à laquelle la poutre est rattachée (ici, *Colonne 1*). Le premier diaphragme est inséré à la fin du troisième panneau soit à une position de:

$$\frac{\text{Largeur Colonne}}{2} + 3 \cdot \text{Long. Panneau} = \frac{1330 \text{ mm}}{2} + 3 \cdot 1145 \text{ mm} = 4100 \text{ mm}$$


Dans la liste **Bibliothèque de panneaux**, sélectionnez la bibliothèque *Standard-D* qui contient les panneaux de diaphragmes standards. Ensuite, sélectionnez le panneau *Pan-9* dans la liste **Nom du panneau**. Un aperçu du panneau est présenté dans la fenêtre aperçu dans le coin inférieur gauche de la boîte de dialogue. Cliquez sur le bouton **Sections** pour assigner la section comme suit:



Ensuite, cliquez sur le bouton **Boulons** pour définir les paramètres des boulons pour le panneau. Remplissez les données des boulons comme suit:



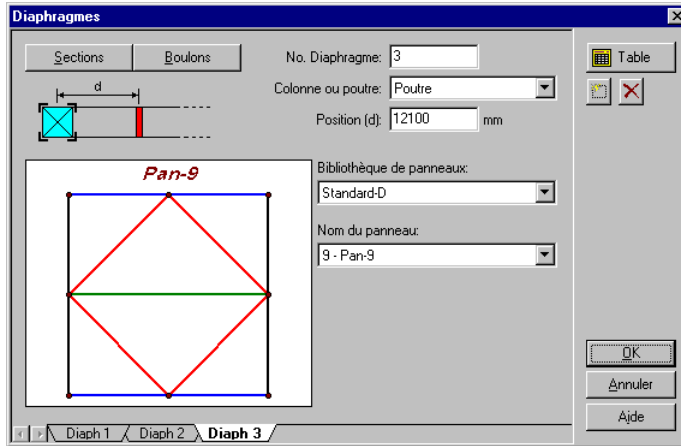
Rappelez-vous que les membrures des panneaux standards sont tous liés à la section **S1**, le nombre de boulons **N1** et le type de boulons **B1**.


Lorsque vous avez terminé d'éditer le premier diaphragme, cliquez sur le bouton  dans le coin supérieur droit de la boîte de dialogue pour créer le deuxième diaphragme. Spécifiez le **No. diaphragme** à 2 et définissez ce diaphragme en utilisant la procédure présentée ci-haut. La position de ce diaphragme est:

$$Pos.Diaph. 1 + 1.5 \cdot Long.Panneau Cent. = 4100mm + 1.5 \cdot 2666mm = 8100mm$$

Répétez cette opération pour le troisième diaphragme. L'identificateur du troisième diaphragme est 3 et sa position est:

$$Pos.Diaph. 2 + 1.5 \cdot Long.Panneau Cent. = 8100mm + 1.5 \cdot 2666mm = 12100mm$$



Lorsque les diaphragmes sont définis, cliquez sur le bouton **OK** pour les enregistrer dans la base de données. À ce stade, la géométrie de la tour est complète. Générez le modèle final de la tour en sélectionnant la commande **Génération du modèle** du menu *Applications/Tour* ou en cliquant sur le bouton  sur la barre d'outils **Tours**. Cliquez sur **Oui** lorsqu'une confirmation vous est demandée. Le modèle final devrait ressembler à ceci:

