

Version
Avril 2016

Programme

RSTAB 8

**Analyse structurelle pour les
charpentes générales**

Exemple introductif

Tous les droits réservés y compris les droits de la traduction.

Sans autorisation écrite de la société DLUBAL SOFTWARE il n'est pas autorisé de distribuer d'une manière quelconque – mécaniquement, électroniquement ou par autre manière y compris celle de la photocopie – cette description du programme ni ses parties particulières.

© **Dlubal Software SARL**

11, rue de Cambrai
75019 Paris
France

Tél. : +33 (0) 1 78 42 91 61

Fax : +33 (0) 1 78 42 91 01

E-Mail : info@dlubal.fr

Web : www.dlubal.fr

Contenu

	Contenu	Page		Contenu	Page
1.	Introduction	4	5.5	Vérification des cas de charge	37
2.	Système et charges	5	6.	Combinaisons d'actions	38
2.1	Croquis du système	5	6.1	Contrôle des actions	38
2.2	Matériaux et sections	5	6.2	Définition des expressions de combinaison	39
2.3	Charge	6	6.3	Création des combinaisons d'actions	41
3.	Création du modèle	7	6.4	Création des combinaisons de charge	42
3.1	Démarrage du programme RSTAB	7	6.5	Vérification des combinaisons de résultats	44
3.2	Création du modèle	7	7.	Calcul	45
4.	Données de la structure	8	7.1	Vérification des données d'entrée	45
4.1	Ajustement de la fenêtre graphique et de la grille	8	7.2	Calcul des données	45
4.2	Création des barres	10	8.	Résultats	46
4.2.1	Poteaux	10	8.1	Résultats graphiques	46
4.2.2	Poutres horizontales	15	8.2	Tableaux de résultats	48
4.3	Connexion excentrique des barres	20	8.3	Filtrer les résultats	49
4.4	Création des ensembles de barres	23	8.3.1	Visibilités	49
4.5	Disposition des appuis	24	8.3.2	Résultats sur les objets	51
4.6	Changement de numérotation	25	8.4	Affichage des diagrammes de résultats	52
4.7	Contrôle des entrées	26	9.	Documentation	53
5.	Charges	27	9.1	Création du rapport d'impression	53
5.1	Cas de charge 1 : Poids propre	27	9.2	Ajustement du rapport d'impression	54
5.1.1	Poids propre	28	9.3	Insertion des graphiques dans le rapport d'impression	56
5.1.2	Structure du toit	28	10.	Perspective	59
5.2	Cas de charge 2 : Neige	29			
5.3	Cas de charge 3 : Vent	31			
5.4	Cas de charge 4 : Imperfection	33			
5.4.1	Barres de poteau	34			
5.4.2	Barres continues avec des poutres horizontales	35			

1. Introduction

Avec cet exemple introductif, nous voulons vous familiariser avec les fonctionnalités les plus importantes de RSTAB. Souvent, vous pouvez utiliser plusieurs options pour atteindre vos objectifs. En fonction de la situation et de vos préférences, vous pouvez « jouer » avec le logiciel pour en apprendre plus sur les possibilités du programme. Avec cet exemple, nous voulons vous encourager à trouver les fonctions utiles de RSTAB.

Vous allez modéliser un portique plan à deux articulations et calculer la structure selon l'analyse du second ordre avec les cas de charge suivants : poids propre, neige, vent et imperfection.

La superposition des actions selon EN 1990 exige des efforts considérables. Pour cette raison, vous allez utiliser le générateur pour les combinaisons de charge déjà intégré dans le logiciel.

Il est possible d'éditer le modèle avec la version d'évaluation de 30 jours. Même après la fin de la période d'essai, vous pouvez entrer et calculer l'exemple ; cependant, le stockage ne sera plus possible.



Il est plus facile d'insérer les données si vous utilisez deux écrans. Vous pouvez aussi imprimer cette description sous peine de changer l'affichage du fichier PDF et l'entrée de RSTAB.



Le texte du manuel affiche les **boutons** décrits entre crochets, par exemple [Appliquer]. Ils sont aussi affichés à gauche. Les **expressions** utilisées dans les boîtes de dialogue, dans les tableaux et dans les menus sont mises en *italiques* afin de clarifier les explications. Les entrées requises sont décrites en caractères **gras**.

Vous pouvez trouver la description des fonctions de programme dans notre manuel du logiciel RSTAB (en anglais) qui est disponible sur <https://www.dlubal.com/fr/telechargements-et-informations/documents/manuels>.

Le fichier **RSTAB-Example-06.rs8** qui contient toutes les données du modèle de l'exemple suivant peut être retrouvé dans le projet *Exemples* qui a été créé automatiquement pendant l'installation. Néanmoins, si vous faites les premiers pas avec RSTAB, nous vous recommandons d'insérer le modèle manuellement. Si vous n'avez pas le temps de le faire, vous pouvez voir les vidéos sur <https://www.dlubal.com/fr/support-et-formation/apprentissage/videos>.

2. Système et charges

2.1 Croquis du système

Dans notre exemple, vous analysez un portique de hall en acier avec des barres à section variable renforçant le portique aux coins.

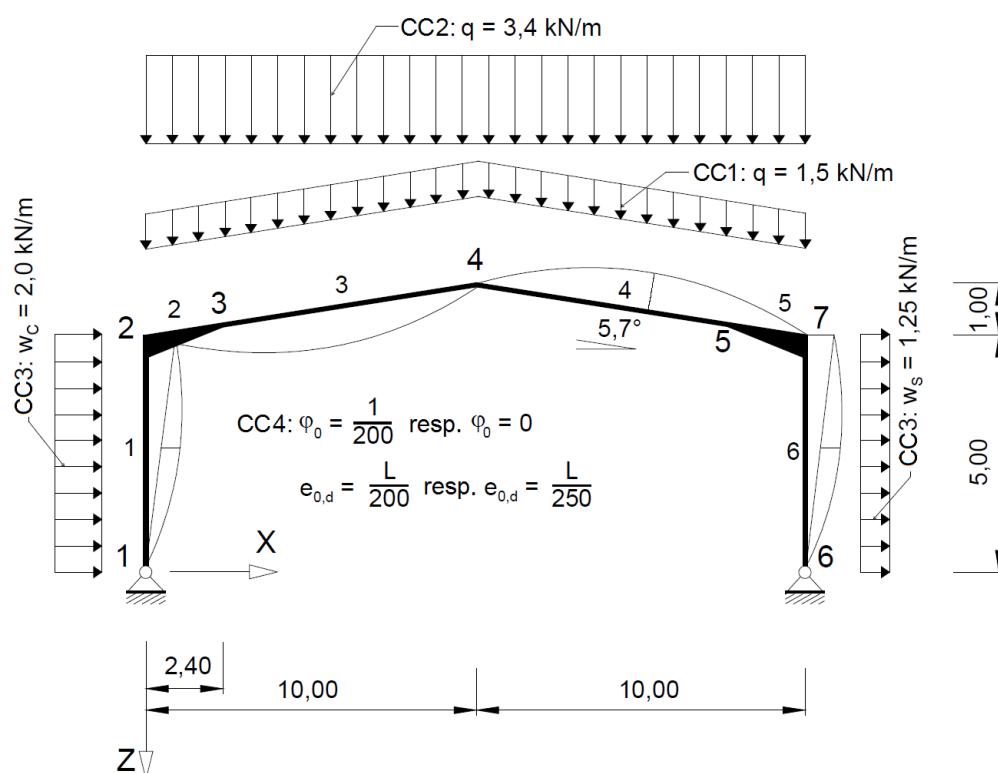


Figure 2.1 : Système et charges

2.2 Matériaux et sections

Vous utilisez l'acier standard S 235.

Les deux poteaux consistent en sections HE-A 300. Les poutres horizontales sont des sections IPE 360.

La section variable est faite du raidisseur en tôle métallique d'épaisseur de 10 mm atteignant la hauteur de 300 mm dans l'assemblage du poteau.

2.3 Charge

Cas de charge 1 : Poids propre et revêtement

La charge est appliquée par le poids propre de la charpente (sections en acier) déterminé automatiquement par RSTAB à partir des propriétés de section.

La structure de toit du hall est appliquée avec $0,3 \text{ kN/m}^2$. Pour une distance des portiques de 5 m , l'équation suivante est considérée :

$$q = 0,3 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 1,5 \text{ kN/m}$$

Les charges des voiles ne sont pas transférées par les poteaux.

Cas de charge 2 : Neige

Pour le hall, vous appliquez la zone 2 de la charge de neige en Allemagne et une altitude de 200 m . Selon EN 1993-1-3, vous devez appliquer la valeur caractéristique $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$. Avec le coefficient de forme $\alpha = 0,8$ pour l'inclinaison de la toiture $5,7^\circ$, vous obtenez la charge de neige :

$$q = 0,8 * 0,85 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 3,4 \text{ kN/m}$$

Cas de charge 3 : Vent

Pour simplifier notre exemple, vous mettez la charge de vent de la zone de vent 1 et la catégorie de terrain III seulement sur les poteaux. L'aire de la toiture n'est pas considérée. La charge de vent est déterminée selon EN 1991-1-4 et l'Annexe nationale (NA) pour la France avec la pression dynamique simplifiée $q_p = 0,5 \text{ kN/m}^2$. Ainsi, vous obtenez la pression dynamique suivante du côté exposé au vent :

$$w_c = 0,8 * 0,5 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 2,0 \text{ kN/m}$$

Pour le côté opposé au vent, vous avez la charge de succion suivante :

$$w_s = 0,5 * 0,5 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 1,25 \text{ kN/m}$$

Cas de charge 4 : Imperfections

Souvent, les imperfections doivent être considérées selon la norme, par exemple selon l'Eurocode 3. Les défauts d'aplomb et les imperfections en arc sont gérées dans un cas de charge séparé. Ainsi, il est possible d'attribuer des facteurs partiels de sécurité spécifiques quand vous combinez la charge avec d'autres actions.

Pour les sections de poteau (HE-A 300) vous supposez la courbe de flambement c (déplacement dans la direction de l'axe z) selon EN 1993-1-1, tableau 6.2. Les défauts d'aplomb φ_0 et les imperfections en arc $e_{0,d}$ sont déterminés selon EN 1993-1-1, section 5.3.2 de la façon suivante :

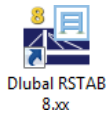
$$\text{Défaut d'aplomb} \quad \varphi_0 = 1/200$$

$$\text{Imperfection en arc} \quad e_{0,d} = L/200$$

Comme la courbe de flambement b est valable pour les sections IPE 360, vous pouvez appliquer une imperfection en arc plus petite $e_{0,d} = L/250$ pour les poutres horizontales. Par ailleurs, il ne faut pas tenir compte du défaut d'aplomb.

3. Création du modèle

3.1 Démarrage du programme RSTAB



Pour démarrer RSTAB dans la barre de tâches, vous

cliquez sur **Démarrer, Tous les programmes, Dlubal** et puis, vous sélectionnez **Dlubal RSTAB 8.xx**,

ou bien vous cliquez deux fois sur l'icône **Dlubal RSTAB 8.xx** sur le bureau.

3.2 Création du modèle

La fenêtre graphique de RSTAB s'ouvre et vous montre la boîte de dialogue ci-dessous. Vous êtes prié d'insérer les données de base pour le nouveau modèle.

Si le programme RSTAB affiche déjà un modèle, vous le fermez en cliquant sur **Fermer** dans le menu **Fichier**. Puis, vous ouvrez la boîte de dialogue *Données de base* en cliquant sur **Nouveau** dans le menu **Fichier**.

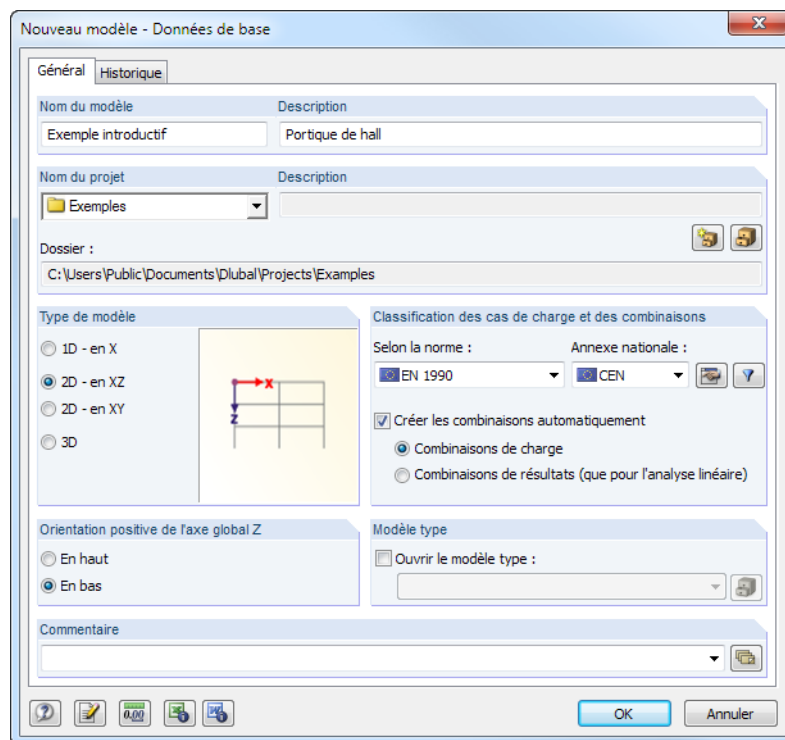


Figure 3.1 : Boîte de dialogue *Nouveau modèle - Données de base*

Vous insérez l'**Exemple introductif** dans le champ d'entrée *Nom du modèle*. A droite, comme *Description*, insérez **Portique de hall**. Vous devez toujours définir le *Nom du modèle* car il détermine le nom du fichier RSTAB. Il n'est pas nécessaire que le champ *Description* soit rempli.

Dans le champ d'entrée *Nom du projet*, vous choisissez **Exemples** de la liste s'il n'est pas déjà défini par défaut. La *Description* du projet et le *Dossier* correspondants sont affichés automatiquement.

Dans la section de dialogue *Type de modèle*, vous sélectionnez l'option **2D - en XZ** car vous souhaitez modéliser une charpente plane. Il sera toujours possible d'étendre le modèle en charpente 3D plus tard.



Vous maintenez aussi les paramètres par défaut **En bas** pour l'orientation positive de l'axe global Z.

Dans la section de dialogue *Classification des cas de charge et des combinaisons*, vous sélectionnez l'entrée **EN 1990** de la liste *Selon la norme*. Vous ne changez pas les paramètres **CEN** dans le champ *Annexe Nationale* à droite. Cette spécification est importante quand vous combinez les actions avec les facteurs partiels de sécurité et les coefficients de combinaison selon les normes.

Puis, vous cochez la case *Créer les combinaisons automatiquement*. Vous souhaitez superposer les actions dans des **Combinaisons de charge**.

Ainsi, les données de base pour le modèle sont définies. Vous fermez le dialogue en cliquant sur le bouton [OK].

Une fenêtre graphique vide de RSTAB s'affiche.

4. Données de la structure

4.1 Ajustement de la fenêtre graphique et de la grille

Vue



D'abord, vous cliquez sur le bouton [Maximiser] dans la barre de titre pour élargir la fenêtre graphique. Vous pouvez voir les axes de coordonnées avec les directions globales X, Y et Z affichés dans l'espace de travail.



Pour modifier la position des axes de coordonnées, vous cliquez sur le bouton [Déplacer, Zoomer, Tourner] dans la barre d'outils ci-dessus. Le pointeur est transformé en main. Maintenant, vous pouvez positionner l'espace de travail selon vos préférences en déplaçant le pointeur et tenant le bouton gauche de la souris appuyé. Pour l'insertion des données, nous vous recommandons de déplacer les axes de coordonnées à gauche du navigateur.

Vous pouvez utiliser la main pour zoomer ou tourner la vue :

- Zoomer : Vous déplacez le pointeur en tenant la touche [Maj] appuyée.
- Tourner : Vous déplacez le pointeur en tenant la touche [Ctrl] appuyée.

Pour quitter la fonction, il y a différents chemins possibles :

- Vous cliquez sur le bouton encore une fois.
- Vous appuyez sur la touche [Échap].
- Vous cliquez sur le bouton droit de la souris dans l'espace de travail.

Fonctions de la souris

Les fonctions de la souris correspondent aux standards généraux des applications Windows. Pour sélectionner un objet à modifier, vous cliquez dessus avec le bouton **gauche** de la souris. Vous cliquez deux fois sur l'objet quand vous voulez ouvrir son dialogue pour la modification.

Quand vous cliquez sur l'objet avec le bouton **droit** de la souris, son menu contextuel s'affiche avec les commandes et fonctions correspondantes.



Pour modifier la taille du modèle affiché, vous utilisez le **bouton roulette** de la souris. À l'aide du bouton roulette, vous pouvez déplacer le modèle directement. En complément, si vous appuyez sur la touche [Ctrl], vous pouvez tourner la structure. La rotation de la structure est aussi possible, si vous utilisez le bouton roulette et le bouton droit de la souris en même temps. Les symboles de pointeur figurés à gauche affichent la fonction sélectionnée.

Grille

La grille forme l'arrière-plan de l'espace de travail. Dans la boîte de dialogue *Plan de travail et grille/saisie*, vous pouvez ajuster l'espacement des points de grille. Pour ouvrir la boîte de dialogue, vous utilisez le bouton [Paramètres du plan de travail].

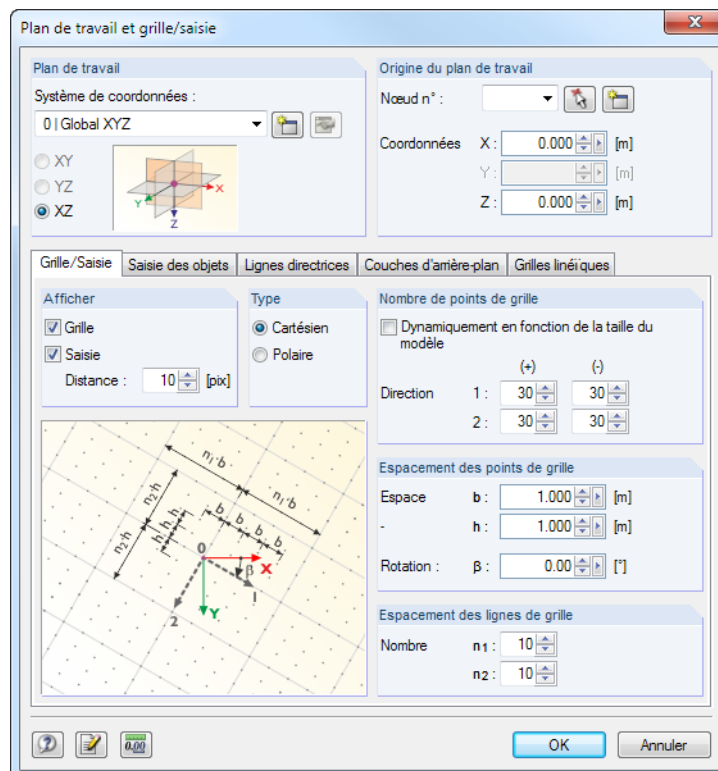


Figure 4.1 : Boîte de dialogue *Plan de travail et grille/saisie*

SAISIE GRILLE

Pour l'insertion ultérieure des données dans les points de grille, il est important que les champs de contrôle *Grille* et *Saisie* dans la barre d'état soient activés. De cette façon, la grille devient visible et les points seront alignés sur la grille quand vous cliquez.

Plan de travail

Le plan XZ est prédéfini comme un plan de travail. Avec ces paramètres, tous les objets insérés graphiquement seront générés dans le plan vertical. Le plan n'a pas d'importance pour l'insertion des données dans les boîtes de dialogue ou dans les tableaux.

Les paramètres par défaut sont convenables pour notre exemple. Ainsi, vous fermez la boîte de dialogue par le bouton [OK] et commencez l'insertion du modèle.

4.2 Création des barres

Il sera possible de définir les nœuds graphiquement ou bien dans le tableau pour les connecter à l'aide des barres ultérieurement. Dans notre exemple, vous utilisez l'insertion graphique directe des lignes et des barres.

4.2.1 Poteaux



Avant de définir une barre dans la fenêtre graphique, vous devez définir ses propriétés. Pour ouvrir la boîte de dialogue correspondante,

cliquez sur **Données du modèle** dans le menu **Insérer**, puis, cliquez sur **1.7 Barres** et **Graphiquement** et sélectionnez **Simple**

ou bien utilisez le bouton correspondant dans la barre d'outils.

La boîte de dialogue *Nouvelle barre* s'ouvre.

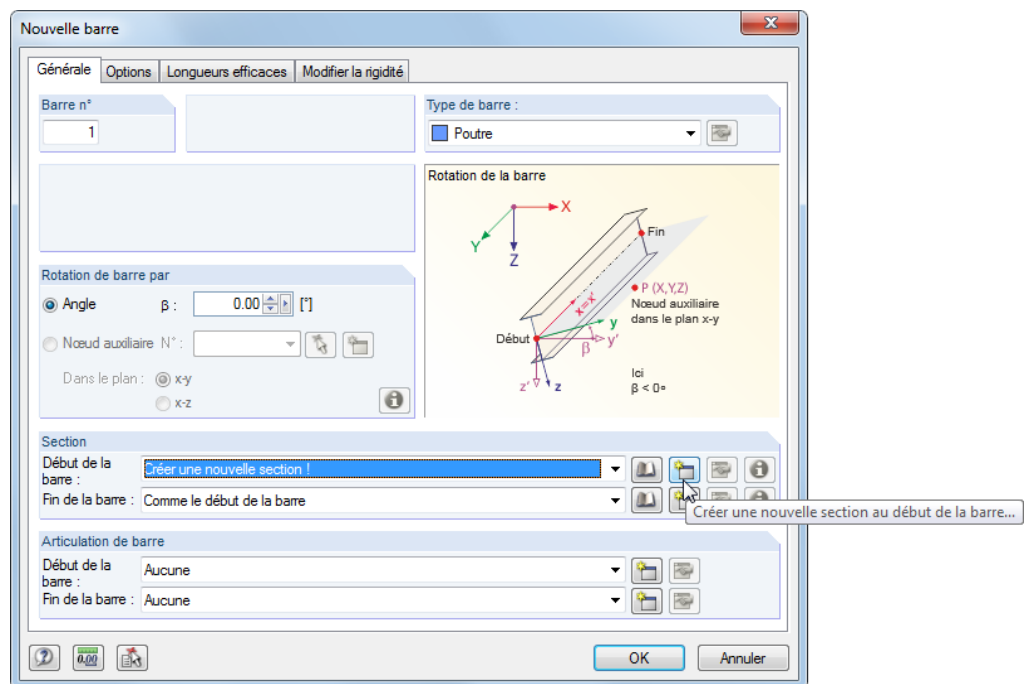


Figure 4.2 : Boîte de dialogue *Nouvelle barre*

La *Barre n° 1* et le *Type de barre Poutre* sont déjà prédéfinis. Il n'est pas nécessaire de modifier les paramètres par défaut.

Définition de la section



Dans la section de dialogue *Section*, vous cliquez sur le bouton [Nouveau] pour attribuer une rigidité pour le matériau et la section au *Début de la barre*. La boîte de dialogue *Nouvelle section* s'ouvre (voir la Figure 4.3 en arrière-plan).

Comme les poteaux consistent en sections laminées, cliquez sur le bouton [HE-A] dans la boîte de dialogue. La boîte de dialogue *Sections laminées - Sections en I* s'affiche et vous y sélectionnez la section **HE A 300**.

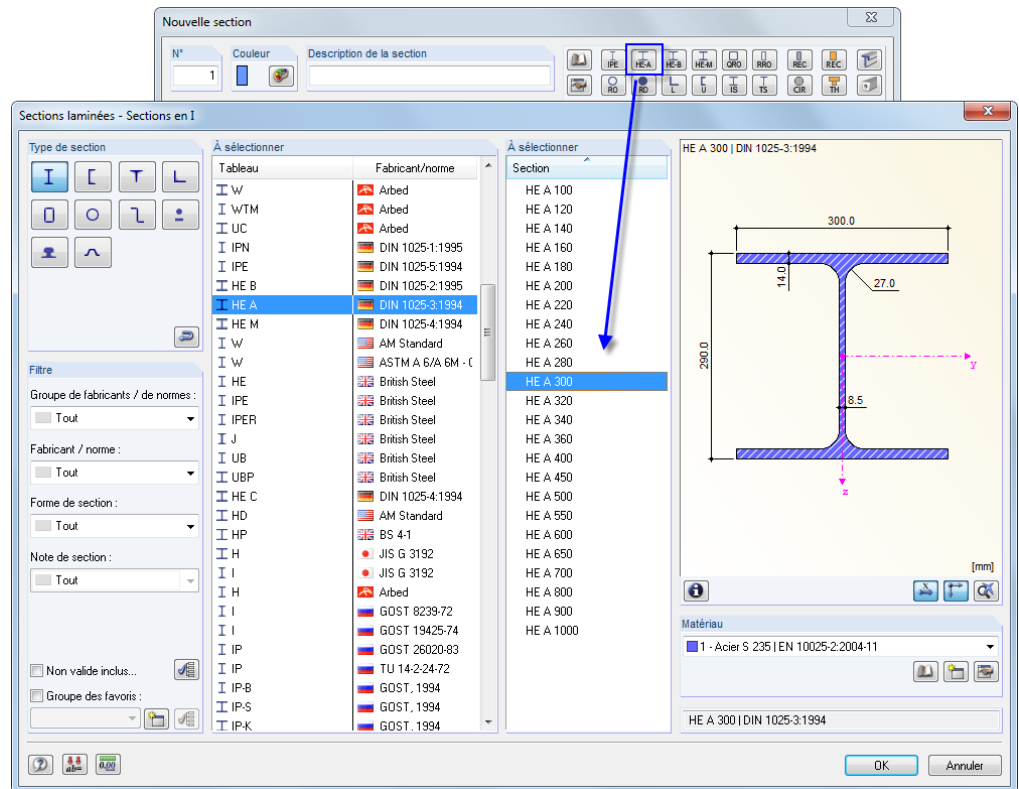


Figure 4.3 : Sélection de HE A 300 dans la bibliothèque



Vous pouvez utiliser le bouton [Info] pour vérifier les propriétés de la section.

Vous fermez la boîte de dialogue *Sections laminées - Sections en I* pour importer les propriétés de la section dans la boîte de dialogue *Nouvelle section*. Comme votre charpente est un modèle 2D, dans cette boîte de dialogue, il n'y a que les champs d'entrée correspondants remplis par les données.



Pour les sections laminées, RSTAB prédéfinit le *Matériau* avec le numéro 1 - *Acier S 235* selon EN 10025-2. Quand vous voulez utiliser un matériau différent, vous pouvez le sélectionner à l'aide du bouton [Bibliothèque de matériau].

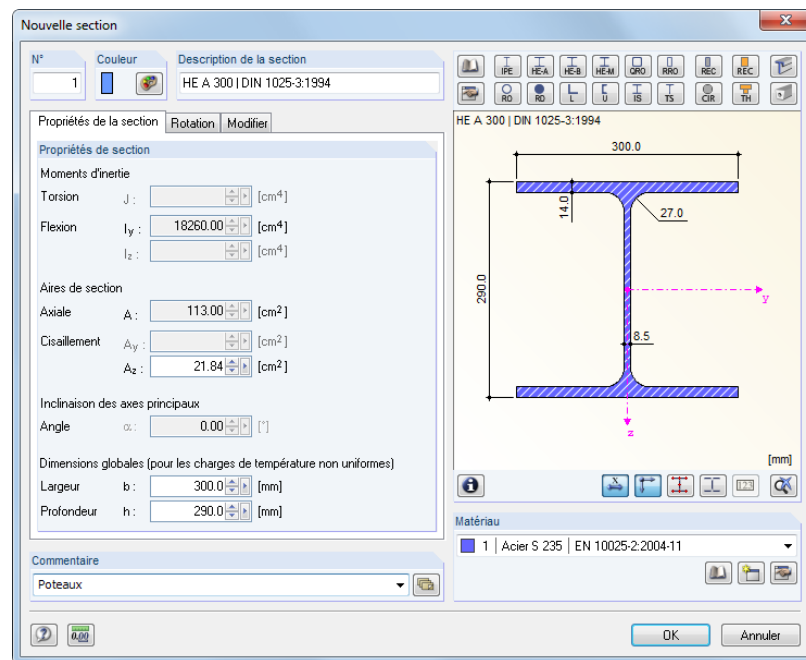


Figure 4.4 : Boîte de dialogue *Nouvelle section*

Dans le champ *Commentaire*, vous pouvez insérer des **Poteaux** pour spécifier la section.

Vous fermez la boîte de dialogue en cliquant sur [OK] et rentrez dans la boîte de dialogue initiale *Nouvelle barre*.

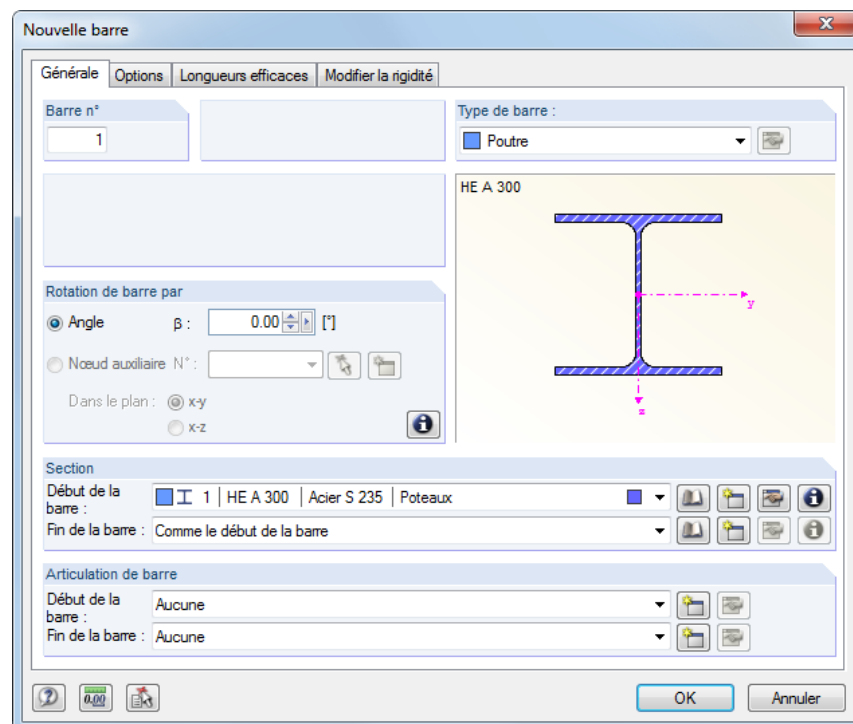


Figure 4.5 : Boîte de dialogue *Nouvelle barre*

Après avoir vérifié les champs d'entrée, vous fermez la boîte de dialogue avec le bouton [OK]. Ensuite, vous pouvez définir les barres de poteau.

Placement des barres

Les barres peuvent être définies directement en cliquant sur les points de grille ou sur les nœuds. Si les points de début ou de fin de la barre ne se trouvent pas dans la grille qui a été définie, vous pouvez insérer les coordonnées manuellement dans la boîte de dialogue flottante *Nouvelle barre*. Veuillez faire attention à ne pas déplacer le pointeur hors de la fenêtre de dialogue, sinon, ses coordonnées seront prises en compte de nouveau pour l'entrée. En plus, vous pouvez basculer parmi les champs d'entrée en utilisant la souris ou la touche [Tab] du clavier. Au lieu de cliquer sur le bouton [Appliquer] utilisé pour l'insertion d'un nœud, vous pouvez utiliser la touche [Entrée].

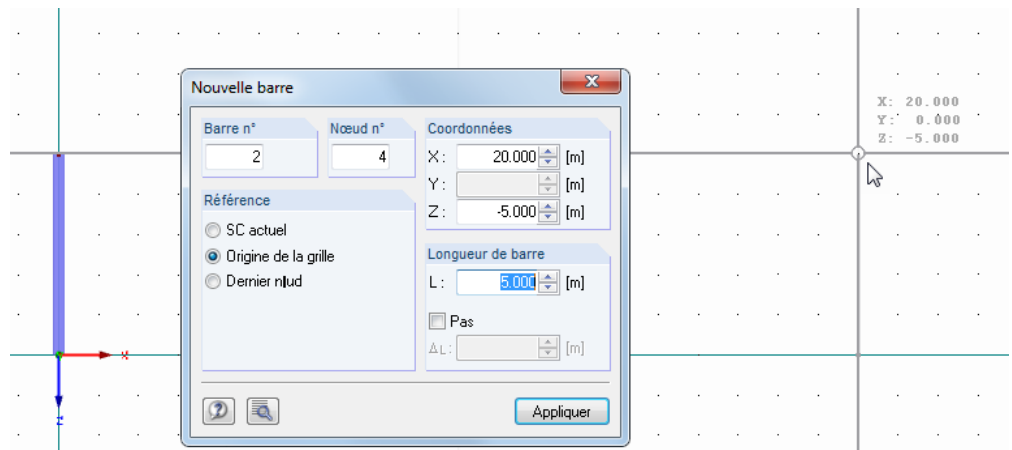


Figure 4.6 : Définition graphique des poteaux

Vous définissez le nœud d'appui du premier poteau par un simple clic avec le bouton gauche de la souris sur l'**origine de coordonnée** (coordonnées X/Y/Z **0.000/0.000/0.000**). Les coordonnées actuelles du pointeur seront affichées près de réticule.

L'extrémité supérieure du poteau est définie au point de grille **0.000/0.000/-5.000**.

Vous continuez par l'entrée des données et définissez la barre 2 en cliquant sur le point de grille **20.000/0.000/0.000** pour le pied de poteau et sur le point de grille **20.000/0.000/-5.000** pour la tête de poteau.



Quand les points de grille se trouvent hors de l'espace de travail, vous pouvez zoomer en arrière en utilisant le bouton roulette de la souris. Il est aussi possible de déplacer la vue légèrement à gauche en tenant le bouton roulette appuyé (voir aussi le chapitre 4.1, page 8). La commande pour le placement des barres ne sera pas influencée.

Pour le moment, vous arrêtez la définition des autres barres. Vous quittez le mode d'entrée en appuyant sur la touche [Esc]. Vous pouvez aussi utiliser le bouton droit de la souris en cliquant directement dans l'aire vide de la fenêtre graphique.



Afficher la numérotation

Si vous voulez afficher la numérotation des nœuds et des barres, vous cliquez sur le bouton droit de la souris dans l'aire vide de la fenêtre de travail. Un menu contextuel apparaît dans lequel vous pouvez *Afficher la numérotation*.

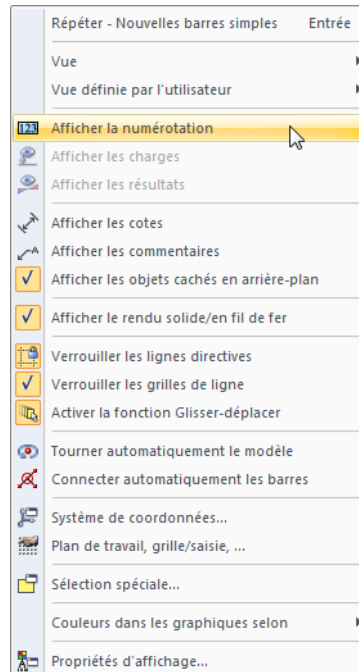


Figure 4.7 : Afficher la numérotation dans le menu contextuel

Dans l'onglet *Afficher* du navigateur, vous pouvez gérer l'affichage de numérotation des objets en détails.

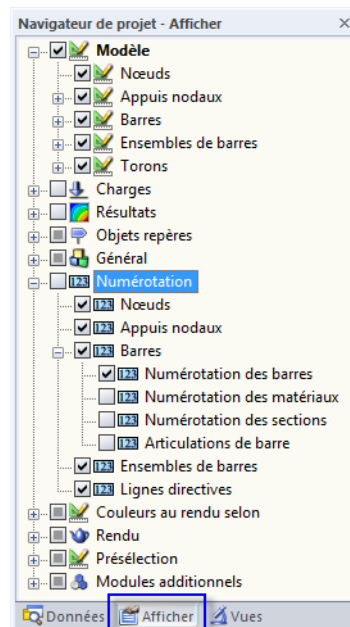


Figure 4.8 : Navigateur *Afficher* pour la numérotation

4.2.2 Poutres horizontales

Placement des barres

Comme les poutres horizontales sont connectées les unes aux autres, vous pouvez les définir comme une chaîne polygonale. Pour ouvrir la boîte de dialogue correspondante,

vous cliquez sur **Données du module** dans le menu **Insérer**, puis, cliquez sur **1.7 Barres et Graphiquement** et puis, sélectionnez **Continu**,

ou vous utilisez le bouton correspondant dans la barre d'outils figuré à gauche.

La boîte de dialogue *Nouvelle barre* s'affiche. Vous créez une [Nouvelle] section avec le numéro de section **2** et sélectionnez la section **IPE 360** dans le tableau de sections IPE.

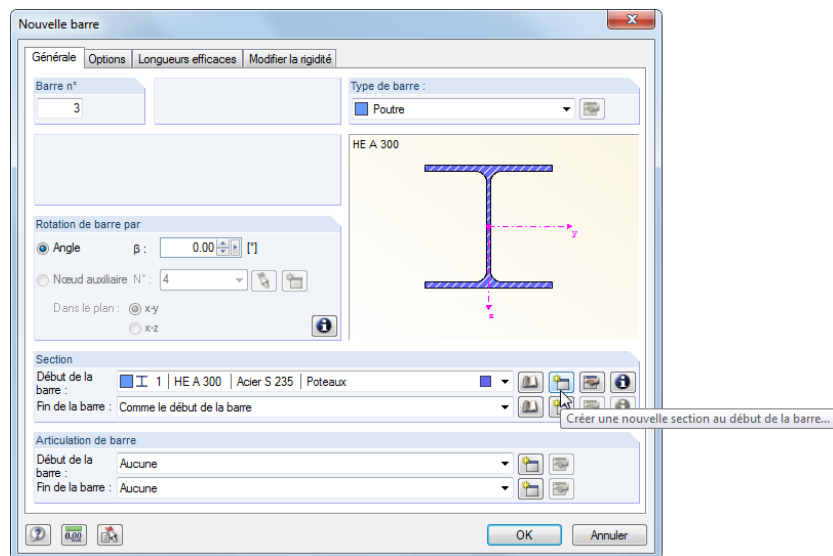


Figure 4.9 : Boîte de dialogue *Nouvelle barre*

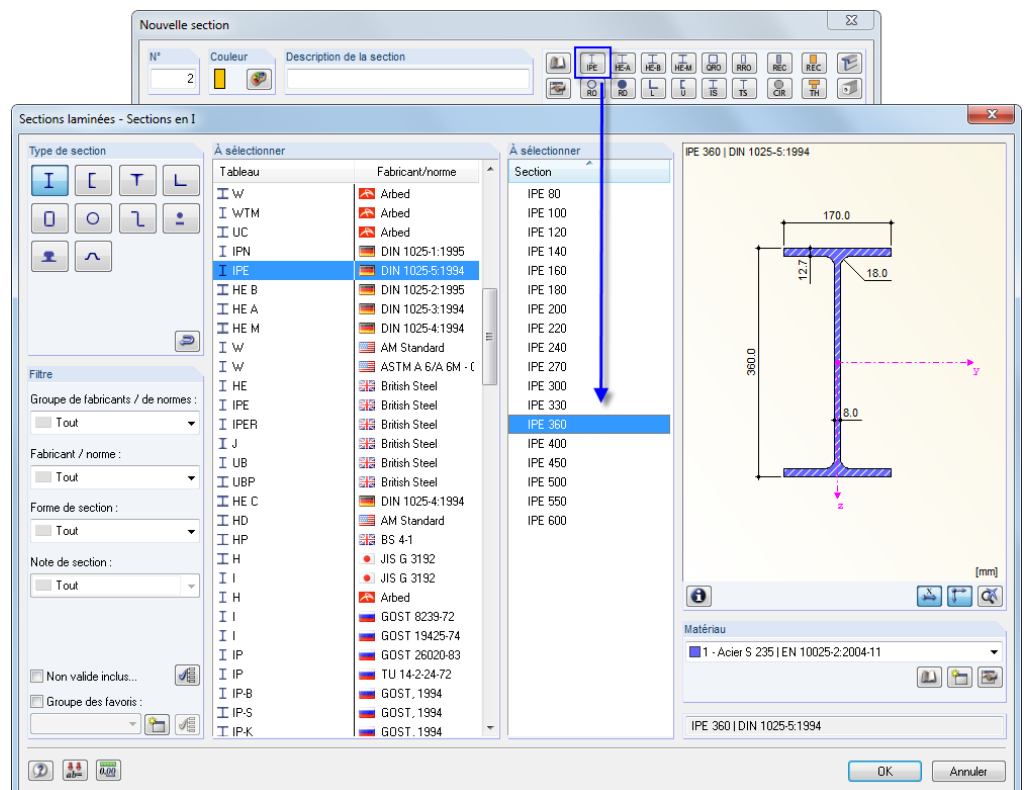


Figure 4.10 : Sélection de IPE 360 dans la bibliothèque

Dès que vous confirmez toutes les boîtes de dialogue, vous définissez la première poutre horizontale en cliquant sur les points suivants. Vous démarrez avec le nœud **2** (0.000/0.000/-5.000) qui est déjà défini. Puis, vous définissez l'extrémité de la barre au point de grille **10.000/0.000/-6.000** (nœud de faîtage). Finalement, vous cliquez sur le nœud **4** (20.000/0.000/-5.000) pour terminer l'entrée.

Après avoir cliqué sur ces trois points, RSTAB crée les barres 3 et 4. Vous quittez le mode d'entrée en appuyant deux fois sur la touche [Esc]. Vous pouvez aussi cliquer deux fois sur le bouton droit de la souris dans l'espace vide de la fenêtre graphique.

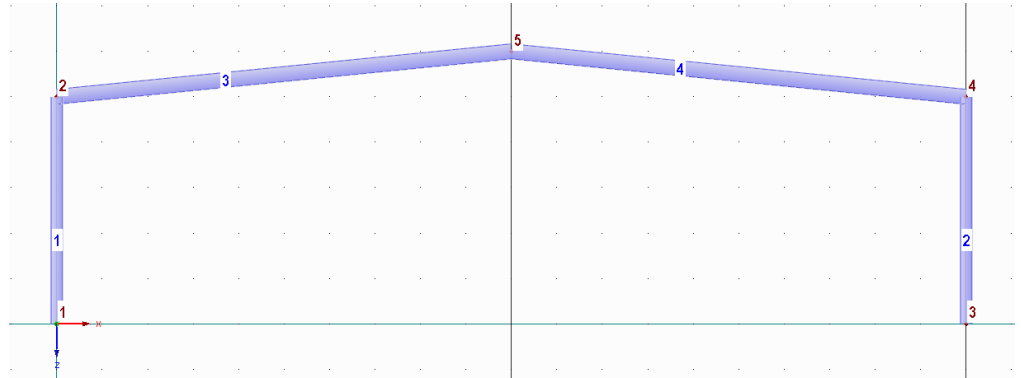


Figure 4.11 : Poutres horizontales 3 et 4

Division des barres

Le modèle inséré ne correspond pas encore complètement au système spécifié. Les raidisseurs pour les joints de portique sont toujours manquants.

D'abord, divisez les poutres horizontales par des nœuds intermédiaires pour définir les zones de renforcement. Vous cliquez sur la poutre avec le bouton droit de la souris. Le menu contextuel de la barre s'affiche et vous y sélectionnez **Diviser la barre** par **Distance**.

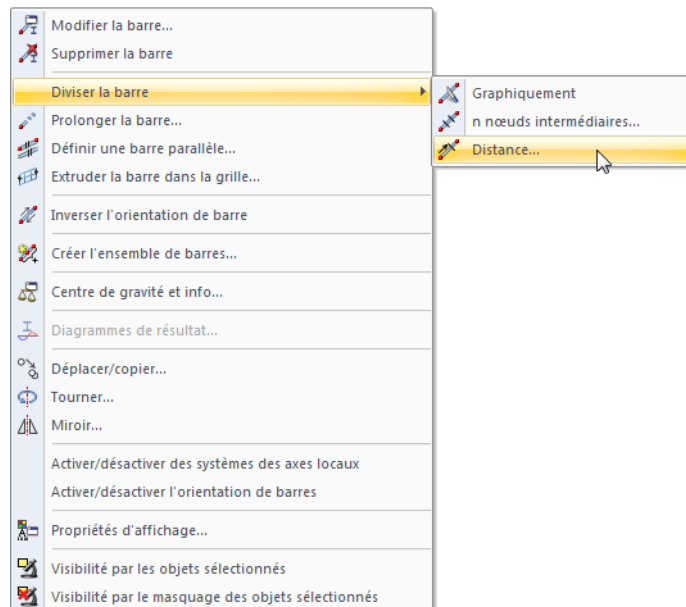


Figure 4.12 : Menu contextuel de la barre

Dans la boîte de dialogue *Diviser la barre en utilisant la distance*, vous modifiez la référence de la distance à **Projection en direction X**. Puis, vous insérez la valeur **2.40 m** (longueur de la partie à section variable) dans le champ d'entrée *Distance entre le nouveau nœud et le début de la barre*.

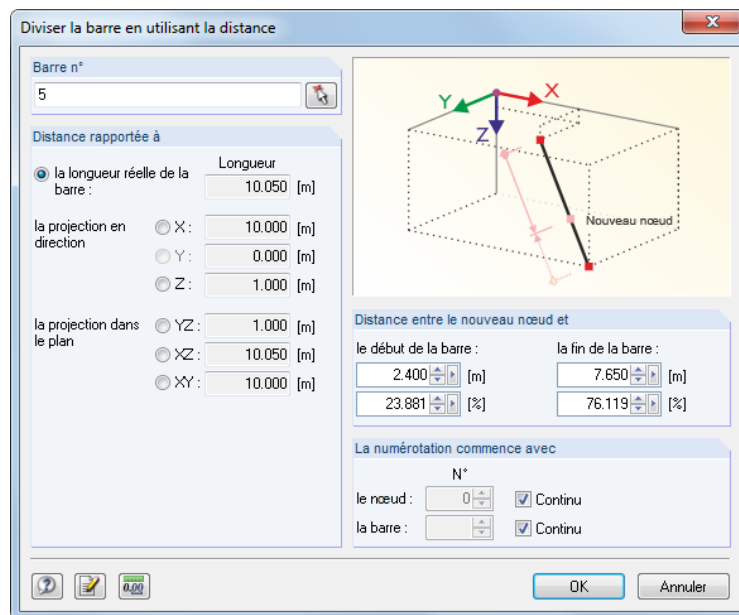


Figure 4.13 : Boîte de dialogue *Diviser la barre en utilisant la distance*

Quand vous confirmez la boîte de dialogue avec le bouton [OK], RSTAB divise la poutre horizontale gauche. La barre n° 5 est créée.

Puis, vous divisez la poutre droite de la même façon. Cette fois-ci, vous définissez la distance de **2.40 m** dans le champ d'entrée *Distance entre le nouveau nœud et la fin de la barre*.

Définition des renforcements pour les poutres horizontales

Vous créez le renforcement de la poutre avec un gousset. Vous définissez deux nouvelles sections et les attribuez aux barres. De cette façon, vous pouvez modéliser la barre à section variable. La hauteur de la section de la barre change linéairement le long de la longueur de la barre.

Poutre horizontale - Gauche

Vous cliquez deux fois sur la barre 3 pour ouvrir la boîte de dialogue *Modifier la barre*.

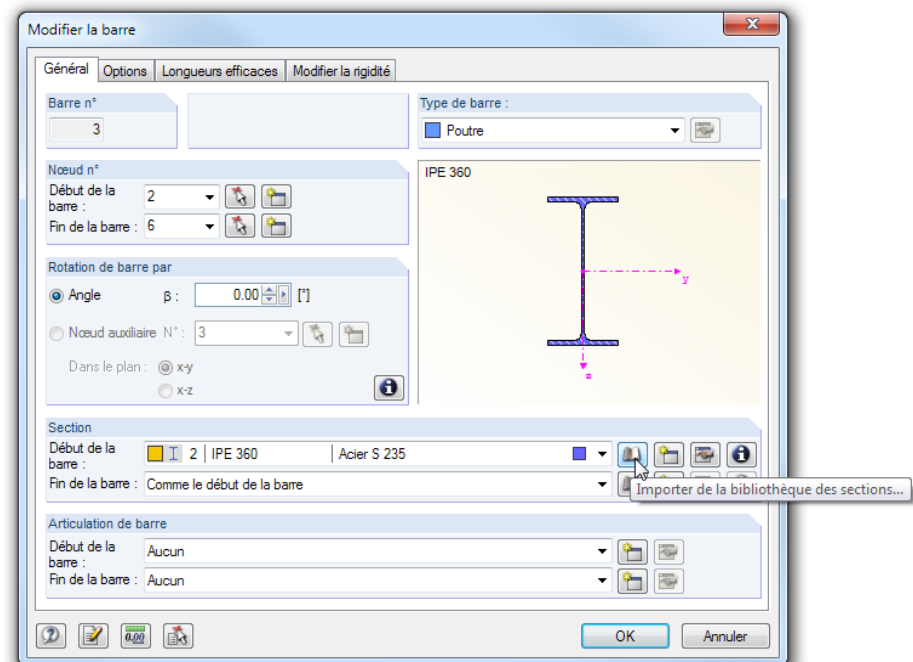


Figure 4.14 : Boîte de dialogue *Modifier la barre*



Dans la section de dialogue *Section*, vous sélectionnez une nouvelle section pour le *Début de la barre* dans la [Bibliothèque].

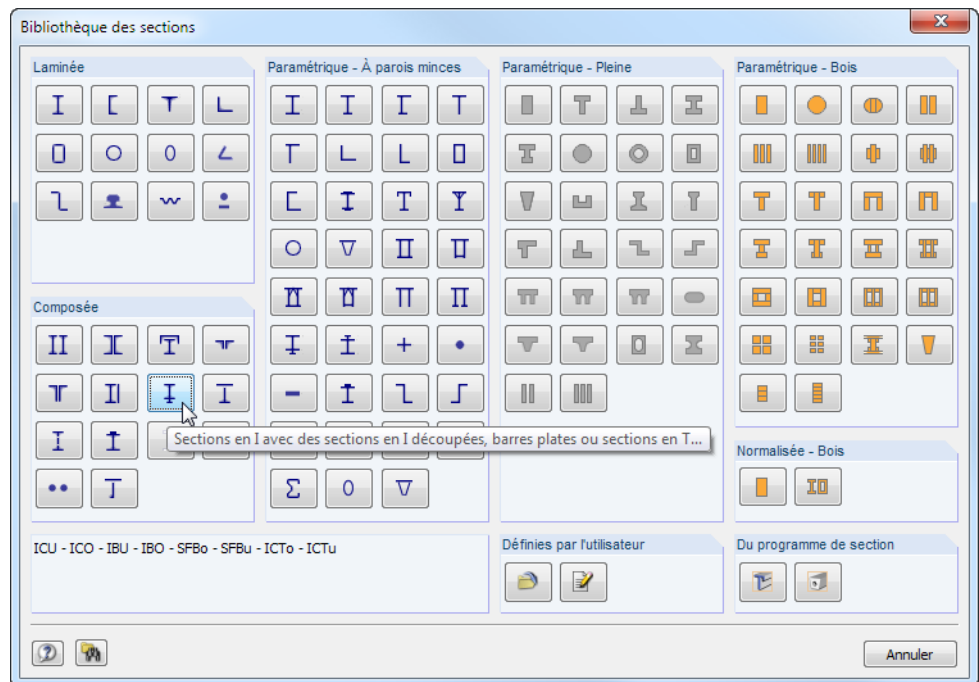


Figure 4.15 : Bibliothèque des sections



Dans la section de dialogue *Construction*, vous cliquez sur le bouton [Sections en I avec des sections en I découpées, barres plates ou sections en T].

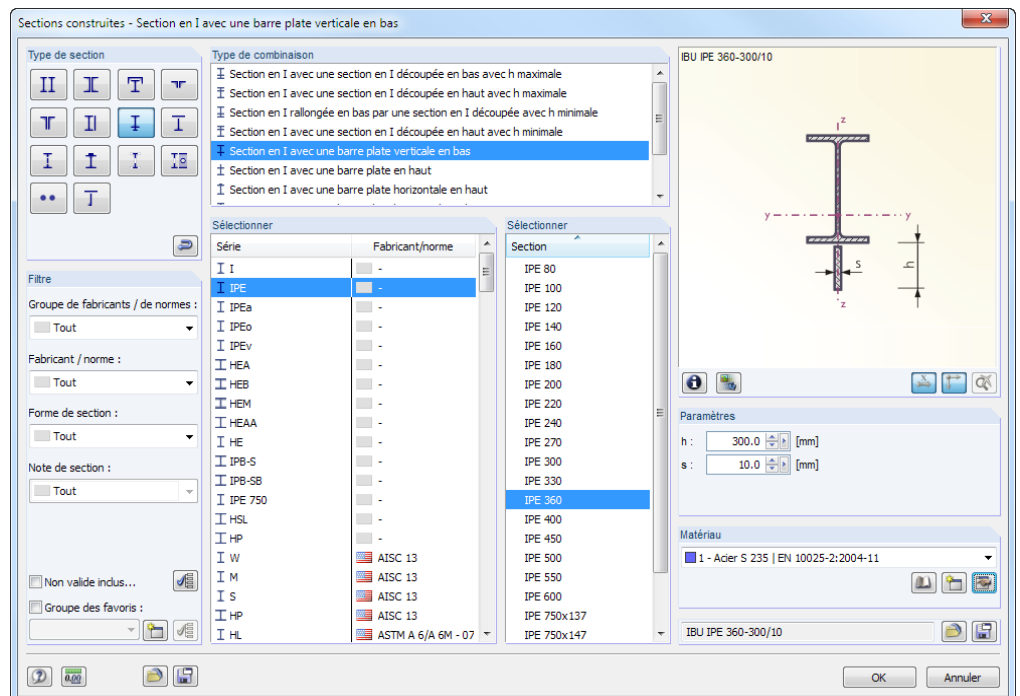


Figure 4.16 : Boîte de dialogue *Sections construites - Section en I avec une barre plate verticale en bas*

Vous sélectionnez le *Type de combinaison* **Section en I avec une barre verticale en bas**. Ensuite, vous définissez la *Série* **IPE** et sélectionnez la *Section* **IPE 360**.

Pour la tôle de raidisseur vous insérez les *Paramètres* suivants à droite :

- Hauteur h : **300** mm
- Epaisseur s : **10** mm

Après avoir cliqué sur le bouton [OK], vous pouvez voir les propriétés de section affichées dans la boîte de dialogue *Nouvelle section*. Vous confirmez aussi l'entrée dans cette boîte de dialogue et rentrez dans la boîte de dialogue initiale *Modifier la barre*.

Vous répétez la procédure pour la *Fin de la barre*. Vous cliquez sur le bouton [Bibliothèque], sélectionnez l'option [Poutres perforées] et définissez la section combinée *I avec une semelle dessous* comme affiché sur la Figure 4.16. Mais cette fois, vous insérez **1** mm pour la hauteur h . RSTAB peut calculer la barre à section variable à l'aide de l'interpolation des propriétés de section entre les deux sections aux extrémités.

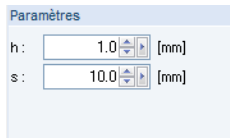
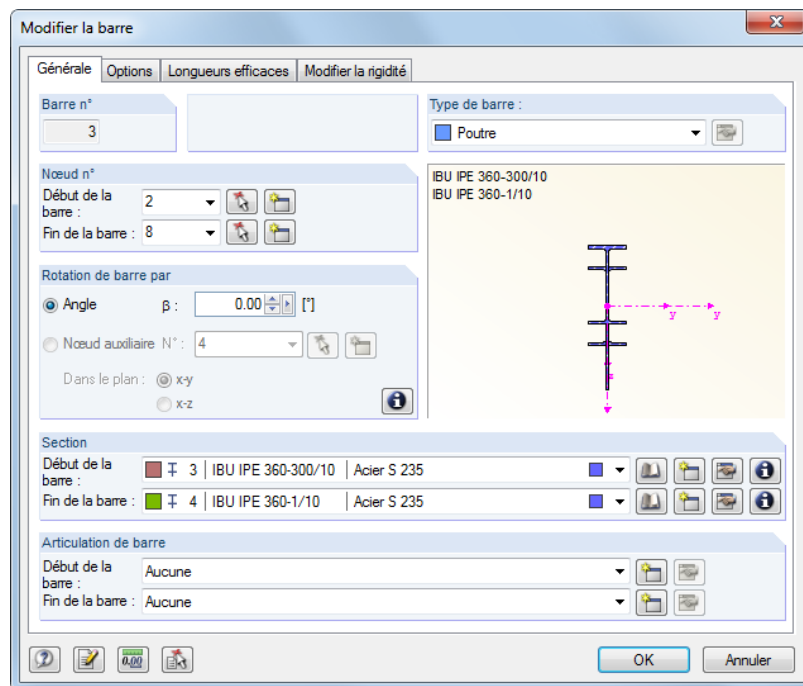



Figure 4.17 : Boîte de dialogue *Modifier la barre*

Vous confirmez la boîte de dialogue et puis, vous voyez le gousset affiché comme une barre à section variable dans le modèle. L'inclinaison de la section dans la vue rendue (légèrement recourbée) résulte du déplacement du centre de gravité qui est toujours positionné sur la ligne de système.

Poutre horizontale - Droite

Ensuite, vous cliquez deux fois sur la barre 6 pour assigner une autre barre à section variable. Comme les sections sont déjà définies, vous pouvez les sélectionner dans la liste de la boîte de dialogue *Modifier la barre*. Vous définissez la section **4** pour le *Début de la barre*, pour la *Fin de la barre* vous définissez la section **3**.

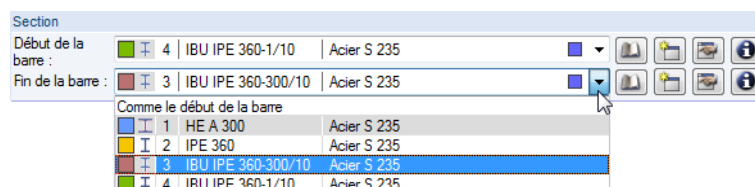


Figure 4.18 : Sélection des sections de la liste

Vous confirmez la boîte de dialogue par le bouton [OK] et puis, vous cliquez dans l'espace vide de la fenêtre graphique pour annuler la sélection de la barre 6.

4.3 Connexion excentrique des barres

Vous connectez les barres à section variable aux poteaux excentriquement afin de déterminer les moments additionnels causés par l'introduction excentrique de la charge. Ainsi, vous raccourcissez la ligne de système par la moitié de la hauteur de la section de poteau.

Barre à section variable - Gauche

Vous cliquez deux fois sur la poutre gauche à section variable (barre 3). Dans la boîte de dialogue *Modifier la barre*, vous modifiez l'onglet de dialogue *Options*. Dans la section de dialogue *Excentricité de la barre*, vous cliquez sur le bouton [Nouvelle] pour ouvrir la boîte de dialogue *Nouvelle excentricité de la barre*.

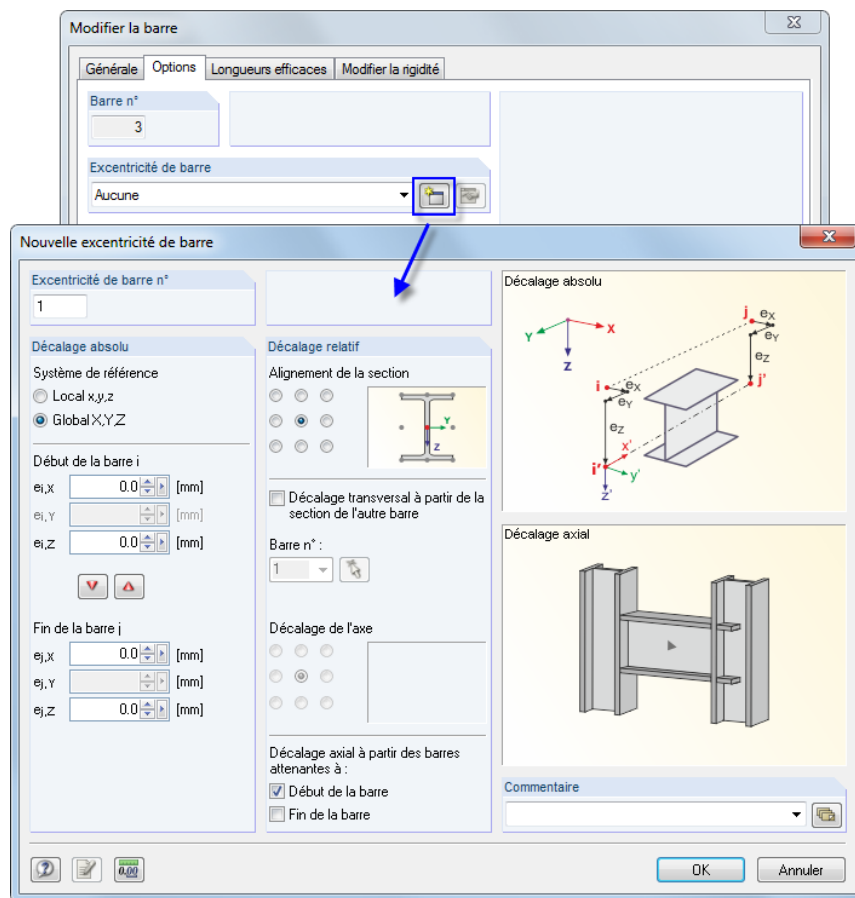


Figure 4.19 : Boîte de dialogue *Nouvelle excentricité de barre*

Dans la section de dialogue *Décalage axial à partir des barres attenantes à*, vous cochez la case pour le **Début de la barre**.

Dans la section de dialogue *Décalage absolu*, vous pouvez définir une excentricité $e_{i,z}$ pour compenser la différence de la distance des centres de gravité. De cette façon, il serait possible de réparer la « courbe légère » mentionnée et affichée dans le rendu. Mais vous continuez sans cette définition car, dans la plupart de cas, cette excentricité n'a presque pas d'influence sur les résultats.



Après avoir confirmé toutes les boîtes de dialogue, vous vérifiez le résultat avec une vue maximisée (par exemple zoom en roulant le bouton roulette, déplacement en tenant le bouton roulette, rotation en tenant le bouton roulette et le bouton droit de la souris appuyés).

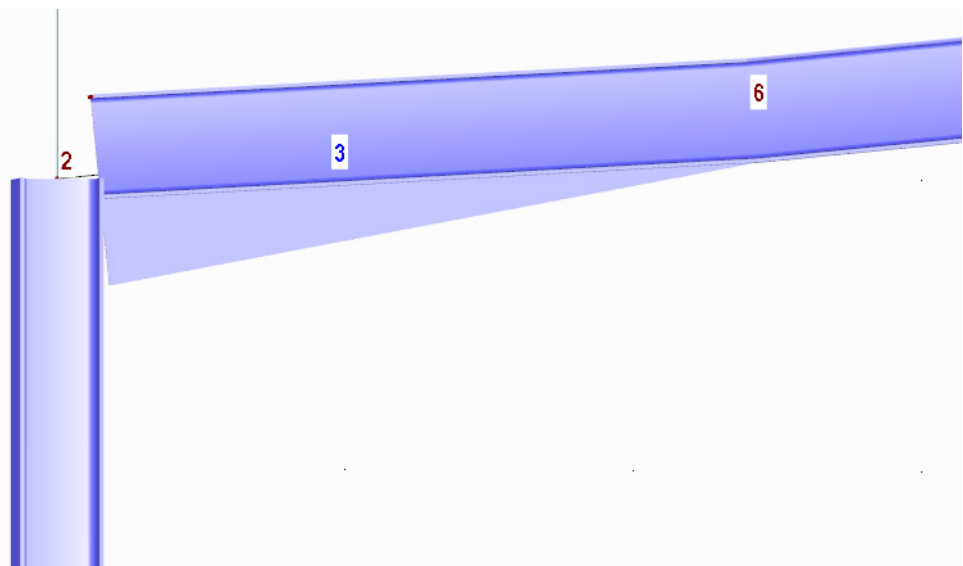


Figure 4.20 : Assemblage excentrique dans la vue zoomée

Barre à section variable - Droite



L'excentricité de la deuxième barre à section variable est définie de la même façon. Vous cliquez deux fois sur la barre 6 et vous créez une [Nouvelle] excentricité de la barre.

Cette fois-ci, vous cochez la case pour la **Fin de la barre** dans la section de dialogue *Décalage axial à partir des barres attenantes*.

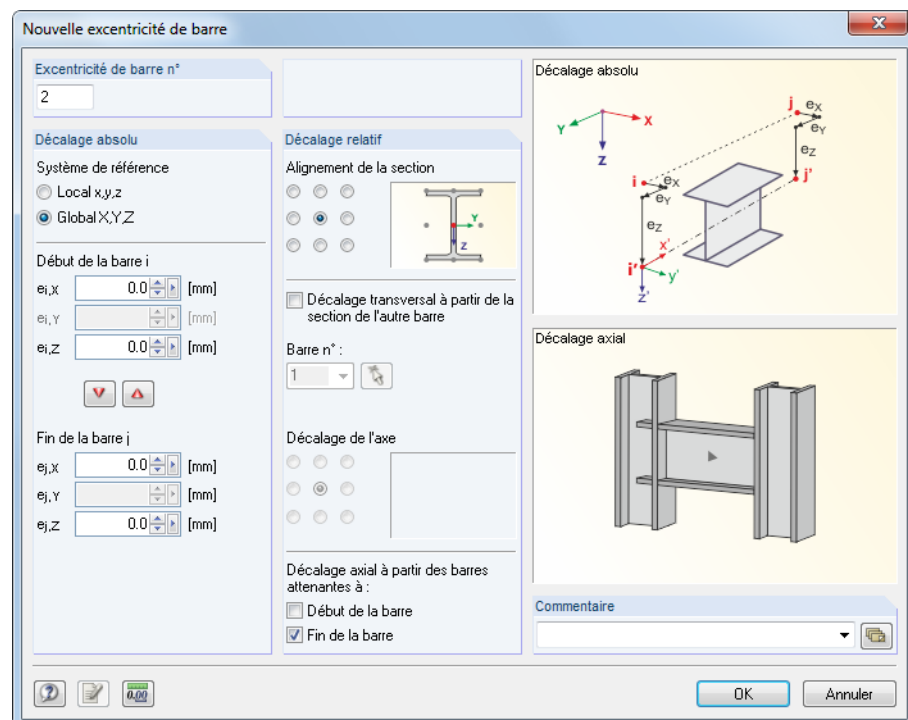


Figure 4.21 : Boîte de dialogue Nouvelle excentricité de barre

Vous confirmez toutes les boîtes de dialogue par le bouton [OK] et contrôlez le résultat dans la fenêtre graphique.

Modification de la vue



Vous utilisez le bouton [Vue isométrique] dans la barre d'outils pour définir la vue complète spatiale du modèle.

Ajustement de l'attribution de couleur

Le navigateur *Afficher* vous offre une option pour afficher les *Couleurs au rendu selon* des critères particuliers.

Par défaut il est déterminé l'affichage des couleurs de matériau. Avec l'option *Sections*, vous pouvez distinguer par exemple différents types de sections dans un aperçu rapide.

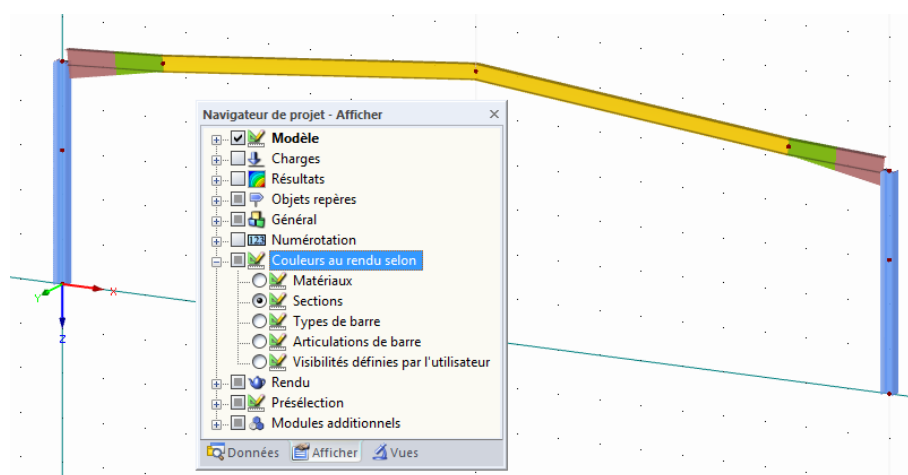


Figure 4.22 : Distinction des sections par des couleurs

RSTAB attribue les couleurs de barre à section variable pour chaque section de début et de fin au centre de la barre.

Pour l'entrée suivante, vous redémarrez l'option *Matériaux*.

Vous cliquez dans l'espace vide de la fenêtre graphique pour annuler la sélection de la barre 6.

4.4 Création des ensembles de barres

Les barres peuvent être combinées dans des ensembles de barres. De cette façon, il est plus facile d'appliquer les charges et d'évaluer les résultats. RSTAB distingue les *Barres continues* avec des barres connectées continuellement et les *Groupe de barres* avec des barres arrangées arbitrairement.

Vous créez deux barres continues, chacune d'un côté de la toiture. Pour ouvrir la boîte de dialogue ci-dessous, vous sélectionnez **Données de modèle** dans le menu **Insérer** et **1.11 Ensembles de barres** et cliquez sur la **Boîte de dialogue**.



Dans le champ *Description*, vous insérez **Poutre horizontale gauche** et sélectionnez **Barres continues** dans la section de dialogue *Type*. Vous utilisez le bouton [^] pour sélectionner les poutres horizontales **3** et **5** l'une après l'autre en cliquant dans la fenêtre graphique avec la souris. Après avoir confirmé la sélection en cliquant sur le bouton [OK] dans la fenêtre *Ensemble de barres*, la boîte de dialogue est affichée comme dans la figure ci-dessous.

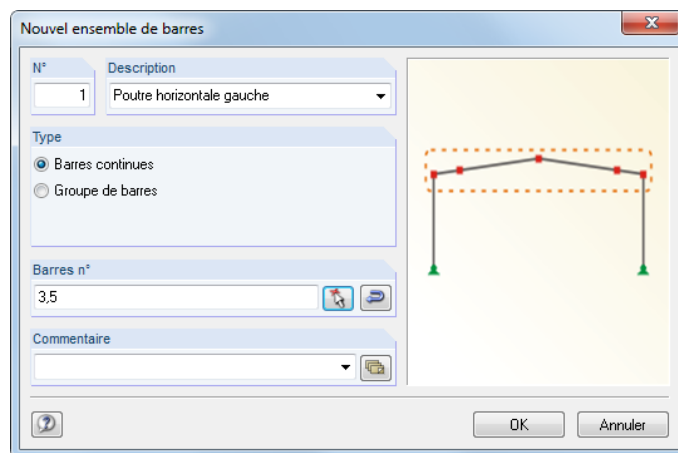


Figure 4.23 : Boîte de dialogue *Nouvel ensemble de barres*

Pour compléter la définition de l'ensemble de barres, vous cliquez sur [OK].



Vous définissez graphiquement l'ensemble de à l'aide du bouton [Nouvel ensemble de barres] (deuxième ligne de la barre d'outils, sixième bouton). La fenêtre *Ensemble de barres* s'ouvre.

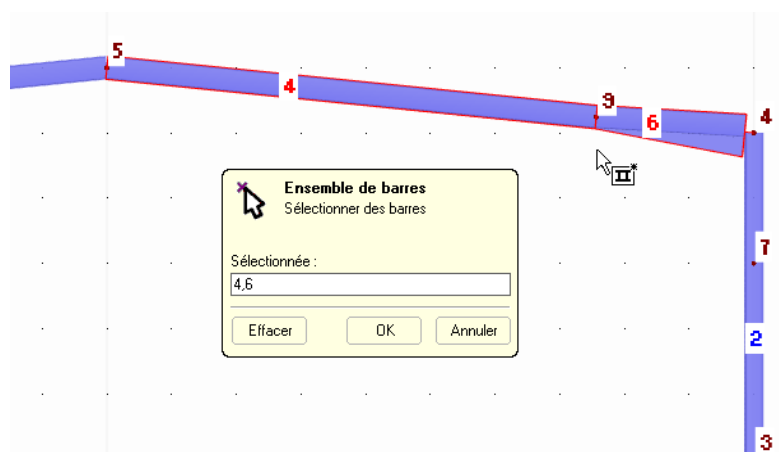


Figure 4.24 : Fenêtre *Ensemble de barres*

Vous cliquez sur les deux poutres horizontales **4** et **6**. Après avoir cliqué sur le bouton [OK], la boîte de dialogue *Nouvel ensemble de barres* s'ouvre et vous y insérez la *Description* **Poutres horizontales droites**. Le *Type* **Barres continues** est prédéfini.

Vous cliquez sur [OK] pour définir le deuxième ensemble de barres.

4.5 Disposition des appuis

Le modèle est toujours sans appuis. Vous sélectionnez donc les nœuds **1** et **3** en tenant le bouton gauche de la souris appuyé et en dessinant une fenêtre qui inclut les deux nœuds. Les nœuds sélectionnés sont maintenant soulignés par une couleur différente.

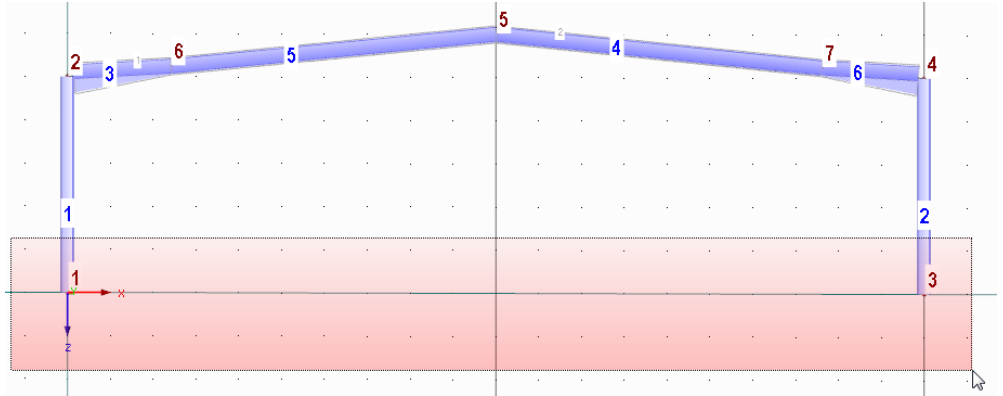


Figure 4.25 : Sélection des nœuds des pieds de poteau par la fenêtre



Conseils pour la sélection :

- Si vous dessinez la fenêtre de la gauche vers la droite, la vue partielle ne contient que les objets qui sont contenus complètement dans cette fenêtre. Si vous dessinez la fenêtre de la droite vers la gauche, la vue partielle contient en complément les objets qui sont coupés par la fenêtre.
- La sélection agit « alternativement ». Quand vous cliquez sur un objet (nœud, barre, charge), la sélection d'un objet déjà sélectionné sera supprimée. Seulement les nouveaux objets seront sélectionnés. Si vous voulez ajouter un objet à la sélection existante, tenez la touche [Maj] appuyée quand vous cliquez.



Ensuite, vous cliquez sur le bouton [Appui nodal] pour ouvrir la boîte de dialogue *Nouvel appui nodal*.

Les Nœuds n° **1** et **3** tout comme le type de l'appui **Articulé** sont prédéfinis.

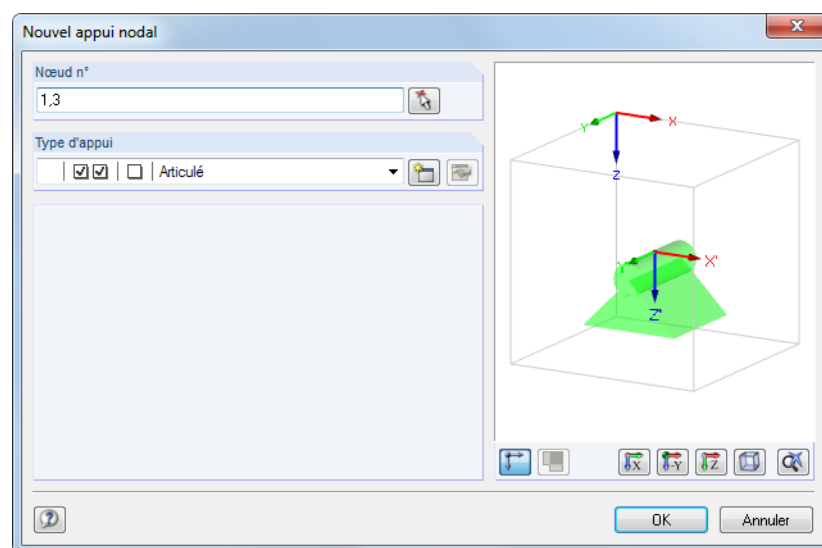


Figure 4.26 : Boîte de dialogue *Nouvel appui nodal*



Vous pourriez utiliser le bouton [Nouveau] pour créer un type d'appui défini par l'utilisateur, mais vous acceptez l'appui *Articulé*. Les trois cases indiquent la direction du poteau supporté en directions X et Z. Le maintien autour de l'axe Y n'est pas défini.

Vous confirmez la boîte de dialogue à l'aide de [OK]. Puis, l'entrée des données du modèle est complétée.

4.6 Changement de numérotation

Les numéros des barres et des nœuds sont un peu mélangés suite aux divisions des barres. Cela n'a pas d'importance pour le calcul. Néanmoins, une numérotation clairement arrangée fait l'entrée et l'évaluation des données plus faciles.

RSTAB peut corriger les numérotations irrégulières automatiquement. D'abord, vous sélectionnez tous les objets en dessinant une fenêtre incluant la structure entière.

Puis, vous cliquez sur **Renommer** dans le menu **Outils** et sélectionnez **Automatiquement**. La boîte de dialogue suivante s'ouvre et vous y spécifiez les propriétés pour les directions de numérotation.

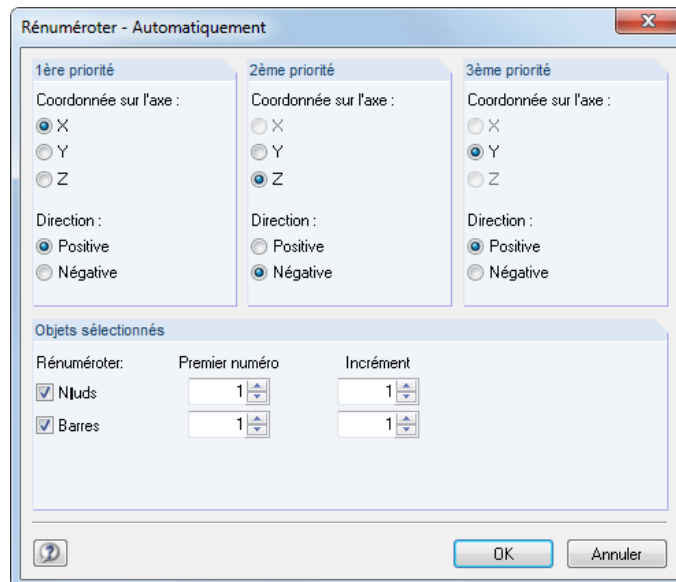


Figure 4.27 : Boîte de dialogue *Renommer - Automatiquement*

D'abord, vous voulez renuméroter les nœuds et les barres selon les coordonnées X, dans l'ordre ascendant en direction de l'axe positif X.

L'axe Y n'a pas d'importance pour notre exemple 2D. Ainsi, l'**axe Z** a la priorité secondaire. En complément, vous modifiez la *Direction* de la numérotation à **Négative**. Ainsi, RSTAB va d'abord numéroter les nœuds d'appui et ensuite, les nœuds au-dessus d'eux (ils se trouvent dans la direction négative Z).

Après avoir cliqué sur le bouton [OK], les numéros des nœuds et des barres sont modifiés selon les spécifications.

4.7 Contrôle des entrées

Contrôle des données dans le navigateur et dans les tableaux

Tous les objets insérés peuvent être retrouvés dans l'arborescence de répertoire du navigateur *Données* et dans les onglets du tableau. Les entrées dans le navigateur peuvent être ouvertes (comme dans l'Explorer Windows) en cliquant sur le signe [+]. Pour basculer parmi les tableaux, vous cliquez sur les onglets individuels de tableau.



Vous pouvez afficher et masquer le navigateur et les tableaux en sélectionnant le **Navigateur** ou le **Tableau** dans le menu **Affichage**. Vous pouvez aussi utiliser les boutons correspondants de la barre d'outils.

Dans les tableaux, les objets structurels sont organisés dans nombreux onglets. Les graphiques et les tableaux sont interactifs. Pour trouver un objet dans le tableau, par exemple une barre, vous définissez le tableau 1.7 *Barres* et sélectionnez la barre en cliquant dans la fenêtre graphique. Vous pouvez voir que la ligne correspondante du tableau est soulignée.

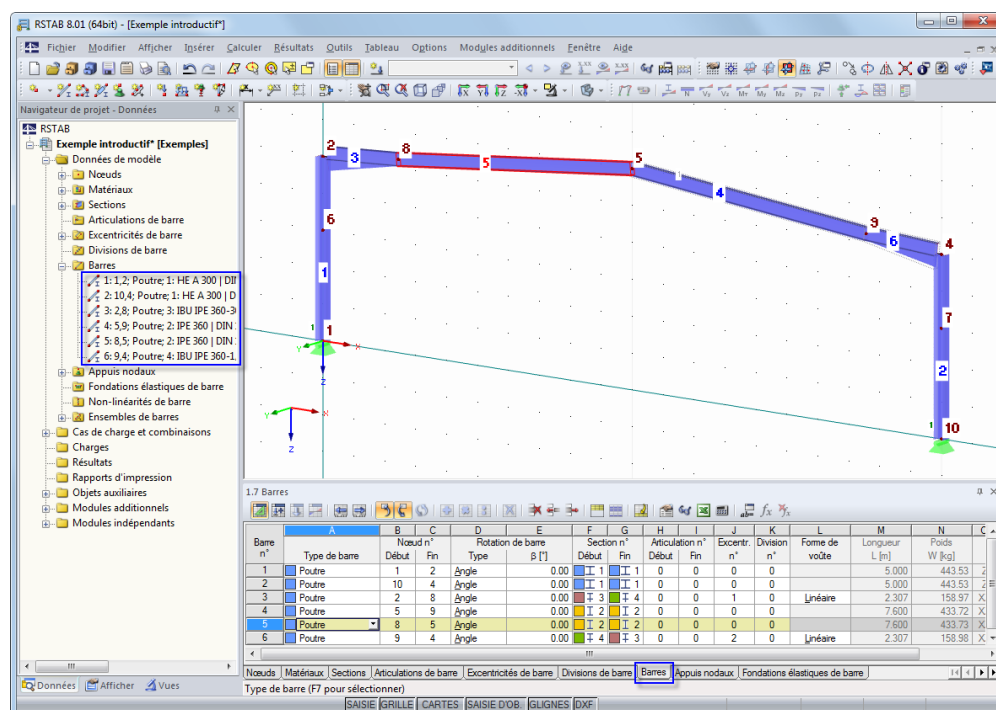
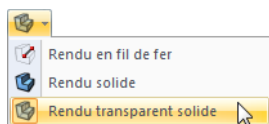


Figure 4.28 : Modèle dans la vue isométrique avec le navigateur et les entrées de tableau

Changement d'affichage du modèle

Par défaut, la structure est affichée en rendu transparent. Vous pouvez utiliser le bouton de la liste figuré à gauche pour définir d'autres options pour la visualisation :



- Rendu en fil de fer
- Rendu solide
- Rendu transparent solide

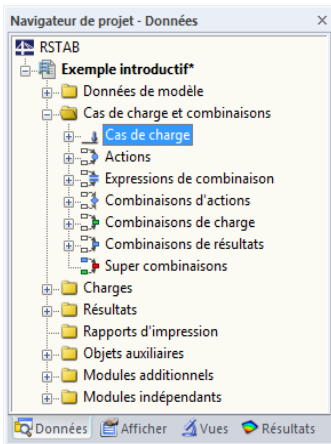
Quand vous modélisez des systèmes structurels complets, les paramètres de rendu en fil de fer permettent un aperçu clair.

Enregistrement des données

Finalement, l'entrée des données du modèle est complétée. Pour enregistrer notre fichier, vous sélectionnez **Enregistrer** dans le menu **Fichier** ou vous utilisez le bouton dans la barre d'outils figuré à gauche.



5. Charges



Le navigateur *Données* contient les entrées suivantes dans le dossier *Cas de charge et combinaisons* :

- Cas de charge
- Actions
- Expressions de combinaison
- Combinaisons d'actions
- Combinaisons de charge
- Combinaisons de résultats
- Super combinaisons

Vous définissez la charge actuelle comme poids propre, charge de neige et de vent dans les cas de charge. Puis, les cas de charge sont organisés dans les actions et superposés avec les facteurs partiels de sécurité selon les expressions de combinaison de la norme (voir le chapitre 6).

5.1 Cas de charge 1 : Poids propre

Le premier cas de charge contient les charges agissant en permanence du poids propre et de la structure du toit.

Vous utilisez le bouton [Nouvelle charge de barre] pour la création d'un cas de charge.

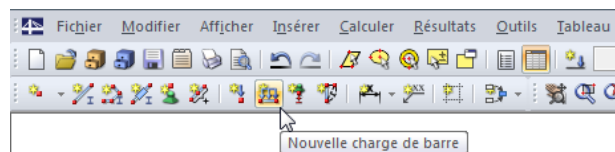


Figure 5.1 : Bouton *Nouvelle charge de barre*

La boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons* s'affiche.

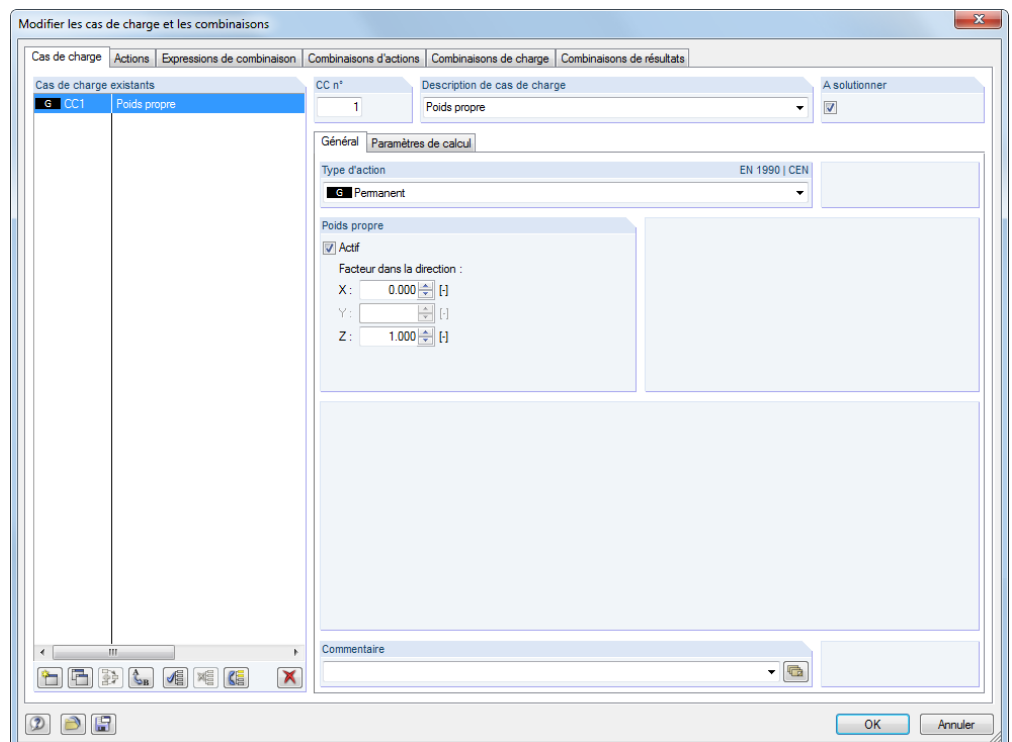


Figure 5.2 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, onglet *Cas de charge*

Le cas de charge n° 1 est prédéfini avec le type d'action *Permanente*. Pour la *Description de cas de charge*, vous insérez **Poids propre** ou vous choisissez l'entrée de la liste.

5.1.1 Poids propre

Le *Poids propre* de la barre en direction de l'axe Z est pris en compte automatiquement quand le facteur *Active* est spécifié avec 1.000 comme déjà prédéfini.

5.1.2 Structure du toit

Vous confirmez l'entrée avec [OK]. La boîte de dialogue *Nouvelle charge de barre* s'ouvre.

Le poids propre de la structure du toit agit comme une charge de type *Force*. La distribution de charge est *Uniforme*. Vous acceptez ces paramètres tout comme la direction de charge en direction Z *globale* et la *longueur réelle de la barre* comme une longueur de référence.

Dans la section de dialogue *Paramètres de charge*, vous insérez la valeur **1.5 kN/m** (voir le chapitre 2.3, page 6). Puis, vous fermez la boîte de dialogue en cliquant sur le bouton [OK].

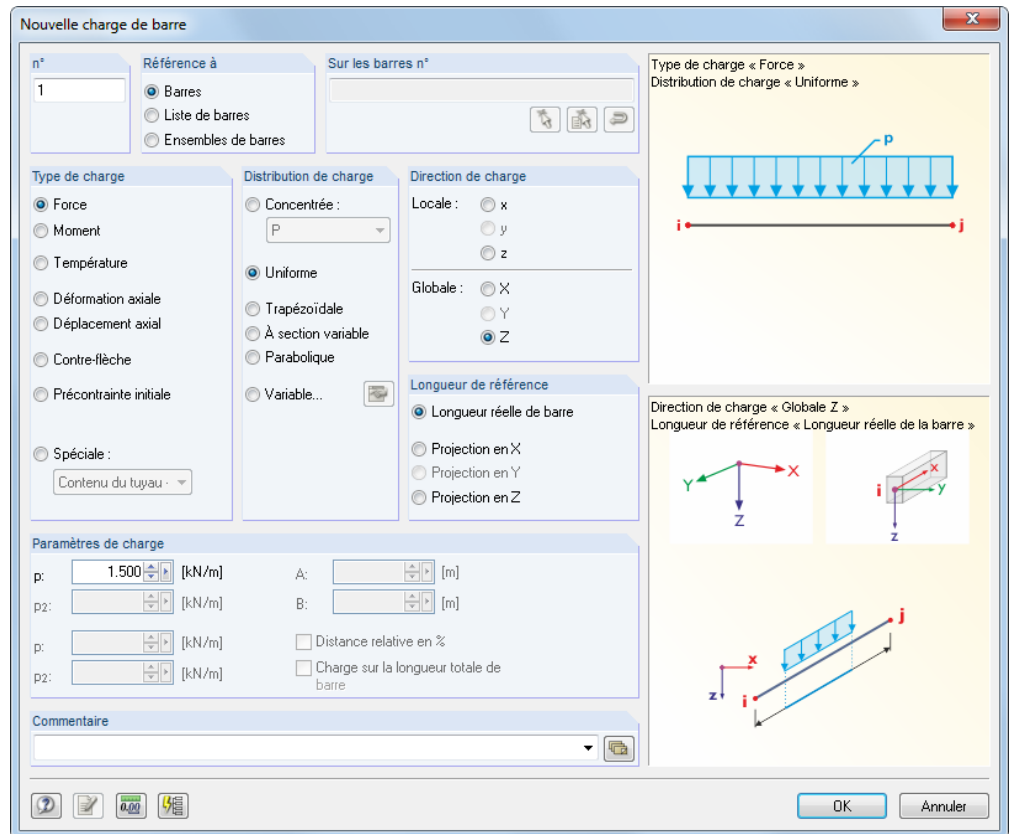
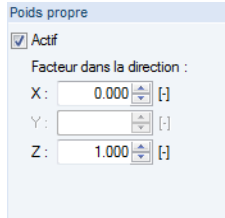


Figure 5.3 : Boîte de dialogue *Nouvelle charge de barre*

Ensuite, vous pouvez attribuer la charge graphiquement aux barres horizontales. Vous pouvez voir qu'un petit symbole de charge est apparu près du pointeur. Ce symbole disparaît dès que vous déplacez le pointeur à travers une barre. Vous cliquez sur les barres **2, 3, 4** et **5** les unes après les autres pour insérer les charges sur les poutres horizontales (voir la Figure 5.4).

Vous pouvez masquer et afficher les valeurs de charge à l'aide du bouton de la barre d'outils [Afficher les valeurs de charge].

Pour quitter le mode d'entrée, vous utilisez la touche [Esc]. Vous pouvez aussi cliquer sur le bouton droit de la souris dans une zone vide de la fenêtre de travail.

L'entrée pour le cas de charge *Poids propre* est complétée.

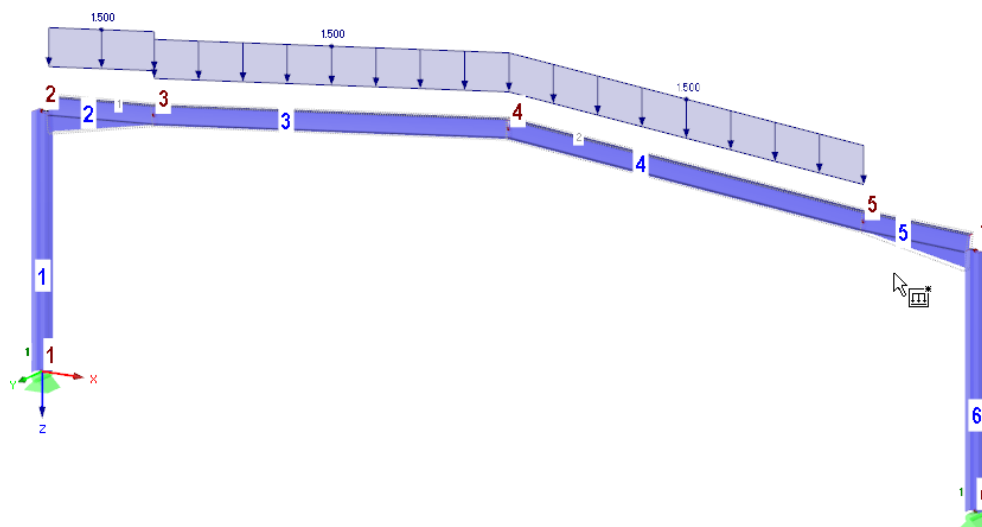


Figure 5.4 : Attribution des charges du toit graphiquement

5.2 Cas de charge 2 : Neige

Avant d'insérer les charges de neige, vous créez un nouveau cas de charge. Pour ouvrir la boîte de dialogue correspondante,



vous cliquez sur **Cas de charge et combinaisons** dans le menu **Insertion** et sélectionnez **Cas de charge**,

ou vous utilisez le bouton correspondant dans la barre d'outils (à gauche de la liste de charges).

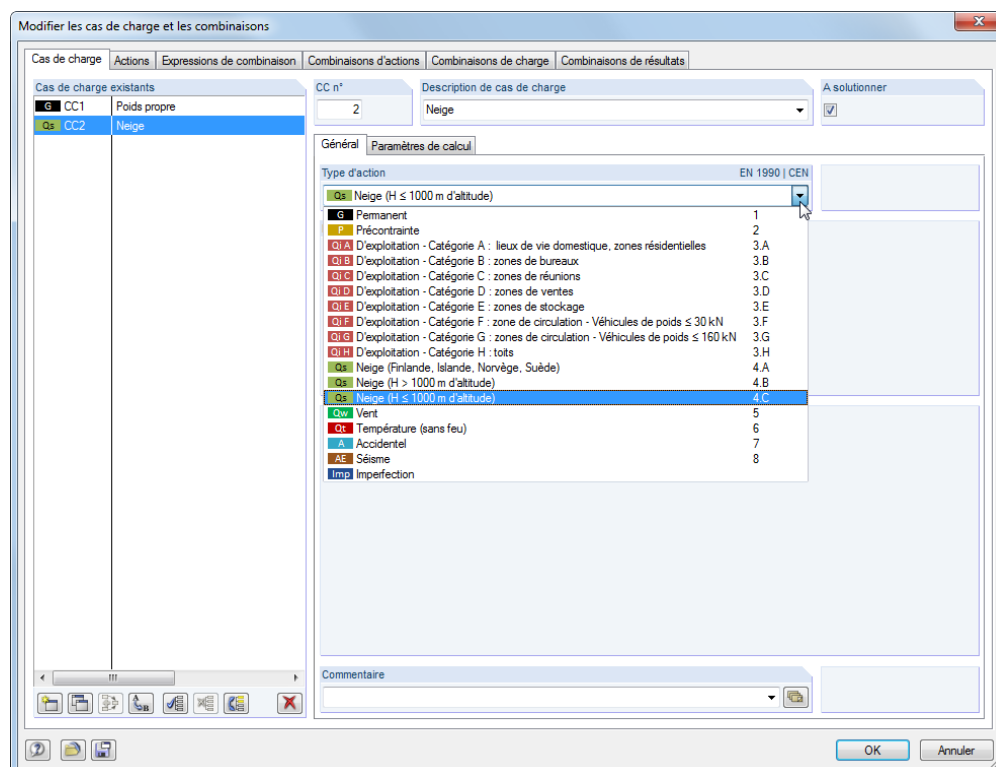


Figure 5.5 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, onglet *Cas de charge*

Comme *Description de cas de charge* vous insérez l'entrée **Neige** de la liste.

Vous définissez le *Type d'action* **Qs Neige (H ≤ 1000 m d'altitude)** et confirmez l'entrée avec [OK].



Vous choisissez une nouvelle façon pour insérer les charges de barre. Vous sélectionnez toutes les poutres de portique horizontales (barres 2 à 5) en dessinant une fenêtre de sélection de la gauche vers la droite à travers cette zone. Puis, quand vous ouvrez la boîte de dialogue à l'aide du bouton [Nouvelle charge de barre], vous pouvez voir que les numéros des barres sélectionnées sont déjà insérés.

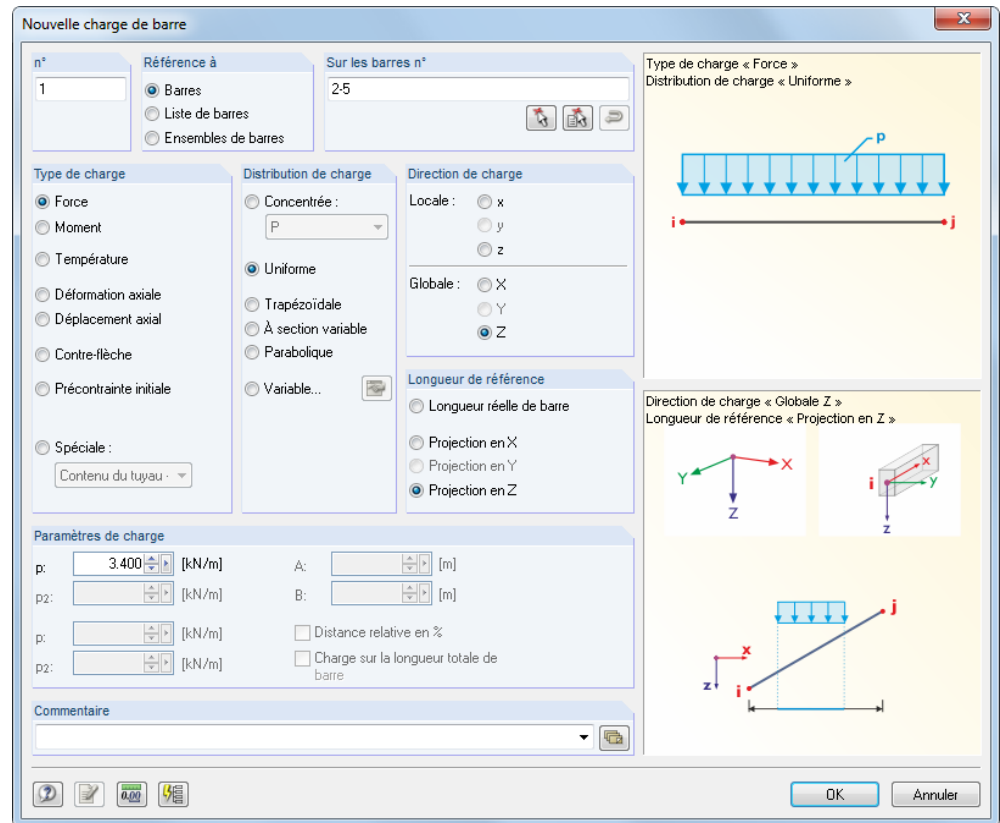


Figure 5.6 : Boîte de dialogue *Nouvelle charge de barre*

Le type de charge est prédéfini comme *Force*. La distribution de charge est définie comme *Uniforme* avec la direction de charge *Z globale*. Contrairement aux poids propres qui sont rapportés à l'aire réelle, les charges de neige doivent être rapportées à l'aire de base, et ainsi, vous modifiez la *Longueur de référence* à **Projection en Z**.

Dans la section de dialogue *Paramètres de charge*, vous insérez la valeur **3.4** kN/m (voir le chapitre 2.3, page 6). Puis, vous fermez la boîte de dialogue en cliquant sur le bouton [OK].

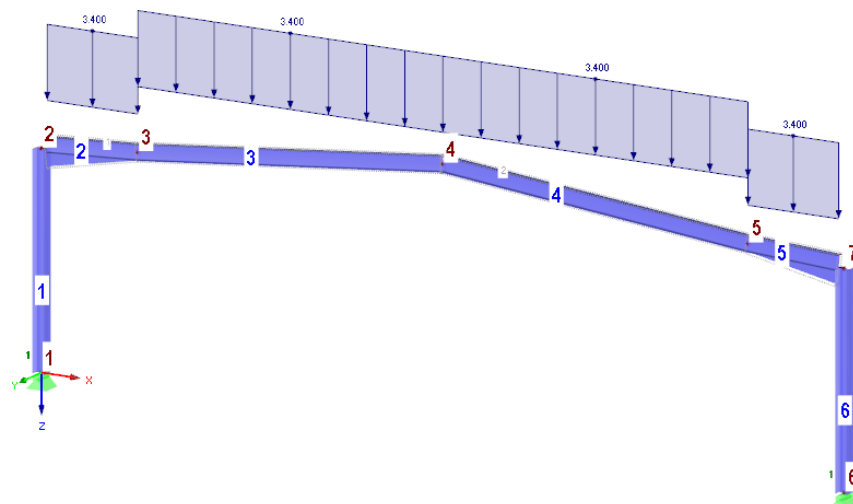


Figure 5.7 : Charges de neige

5.3 Cas de charge 3 : Vent

Pour simplifier notre exemple, vous insérez la charge de vent pour la zone de vent 1 et la catégorie de terrain III seulement sur les deux poteaux. Les aires de la toiture sont négligées.

Vous créez un [Nouveau cas de charge] pour les charges de vent en direction de l'axe X.

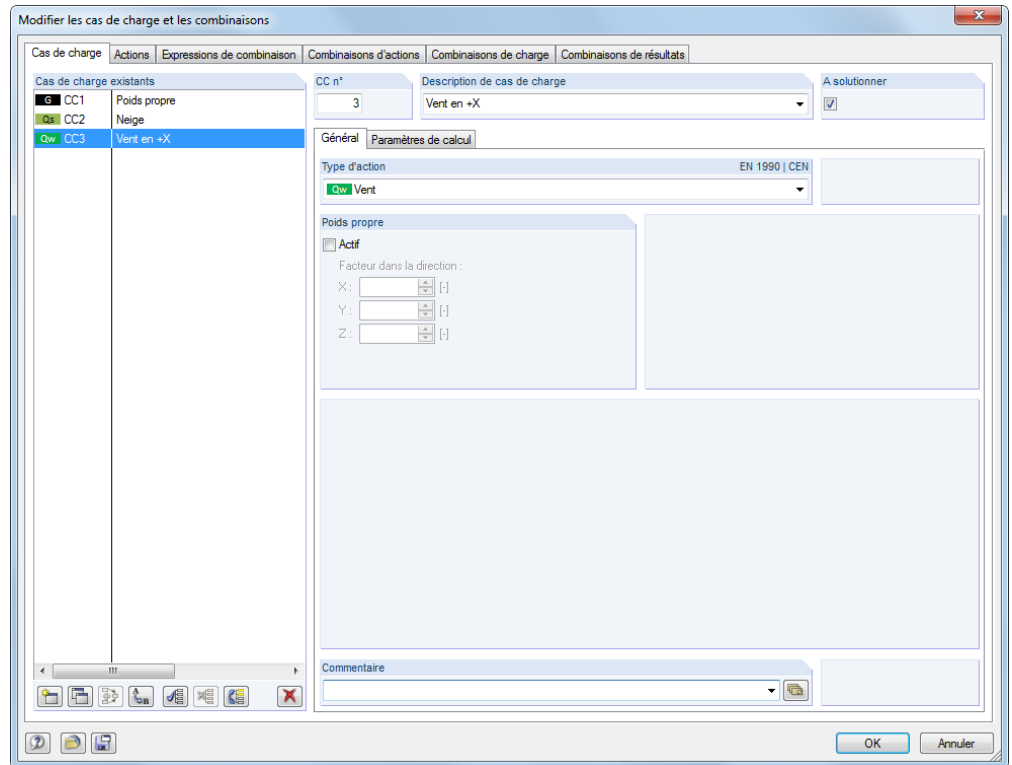


Figure 5.8 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*

Dans le champ de dialogue *Description de cas de charge*, vous sélectionnez **Vent en +X** de la liste. Le *Type d'action* est modifié automatiquement à **Q_w Vent**.

Vous cliquez sur [OK] et puis, vous sélectionnez les deux barres de poteau 1 et 6 par un clic de la souris. Pour faire une sélection multiple, vous cliquez en tenant la touche [Ctrl] appuyée comme pour les applications Windows.



A l'aide du bouton [Nouvelle charge de barre] vous ouvrez la boîte de dialogue affichée dans la Figure 5.9.

La charge agit comme une *Force*. La distribution de charge est *Uniforme*. Vous définissez la direction de charge comme *Globale X*. De nouveau, vous sélectionnez la **Longueur réelle de barre** comme une *Longueur de référence*.

Dans la section de dialogue *Paramètres de charge*, vous insérez **2.0** kN/m. C'est le composant de la charge de vent qui agit sur le poteau gauche (voir le chapitre 2.3, page 6). Plus tard, vous allez ajuster la valeur de la succion de vent sur le poteau droit.

Vous cliquez sur [OK] et les charges de barre seront affichées sur les poteaux.

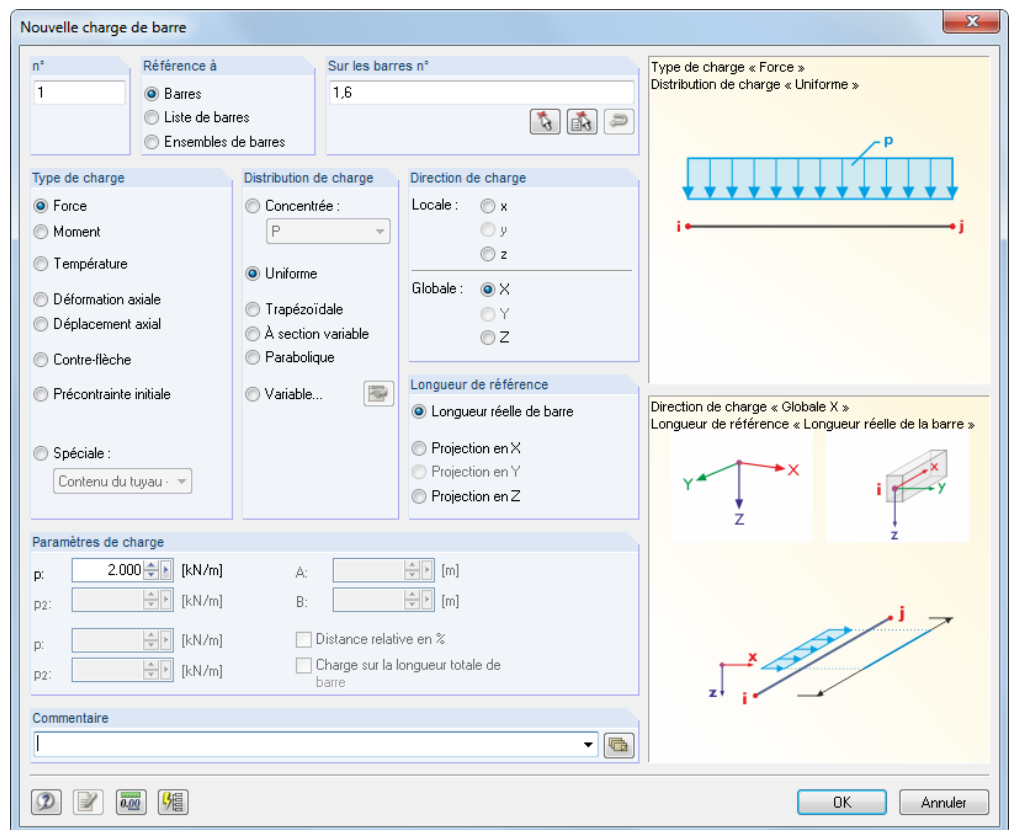


Figure 5.9 : Boîte de dialogue *Nouvelle charge de barre*

Ensuite, vous devez ajuster la charge de vent du poteau droit. Vous cliquez deux fois sur la charge dans la fenêtre graphique.

La boîte de dialogue *Paramètres de charge* s'ouvre. Vous y modifiez la valeur de charge à **1.25 kN/m**.

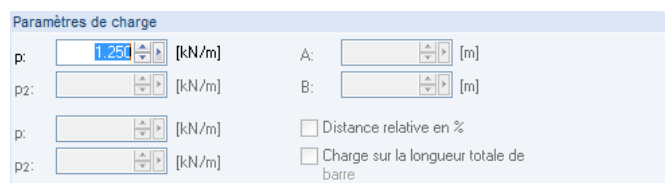


Figure 5.10 : Ajustement de la valeur de charge dans la boîte de dialogue *Paramètres de charge*

Vous cliquez sur [OK] et les charges de vent seront affichées de la façon suivante.

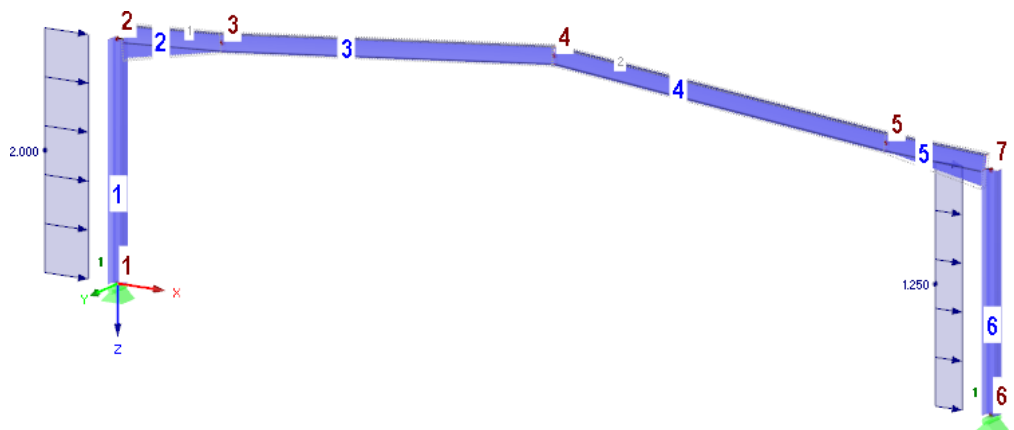


Figure 5.11 : Les charges de vent pour la compression et la succion

5.4 Cas de charge 4 : Imperfection

Dans le dernier cas de charge, vous définissez les imperfections pour les poteaux et les poutres horizontales.

Cette fois-ci, vous utilisez le navigateur *Données* pour la création d'un nouveau cas de charge. Vous effectuez un clic droit sur *Cas de charge* pour ouvrir le menu contextuel, et puis, vous sélectionnez *Nouveau cas de charge*.

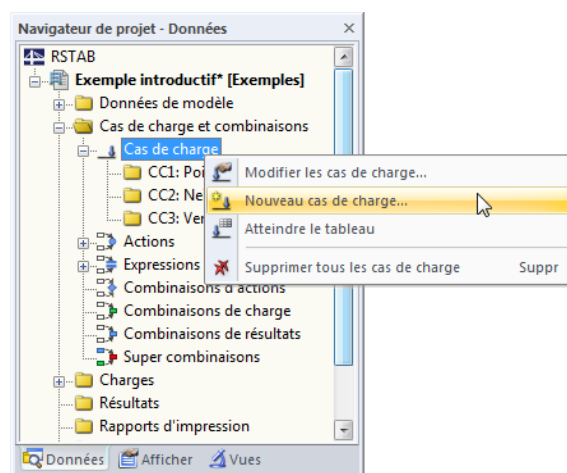


Figure 5.12 : Menu contextuel *Cas de charge*

Vous choisissez **Imperfection en direction de +X** de la liste *Description de cas de charge*. Le *Type d'action* est modifié automatiquement à **Imp Imperfection**.

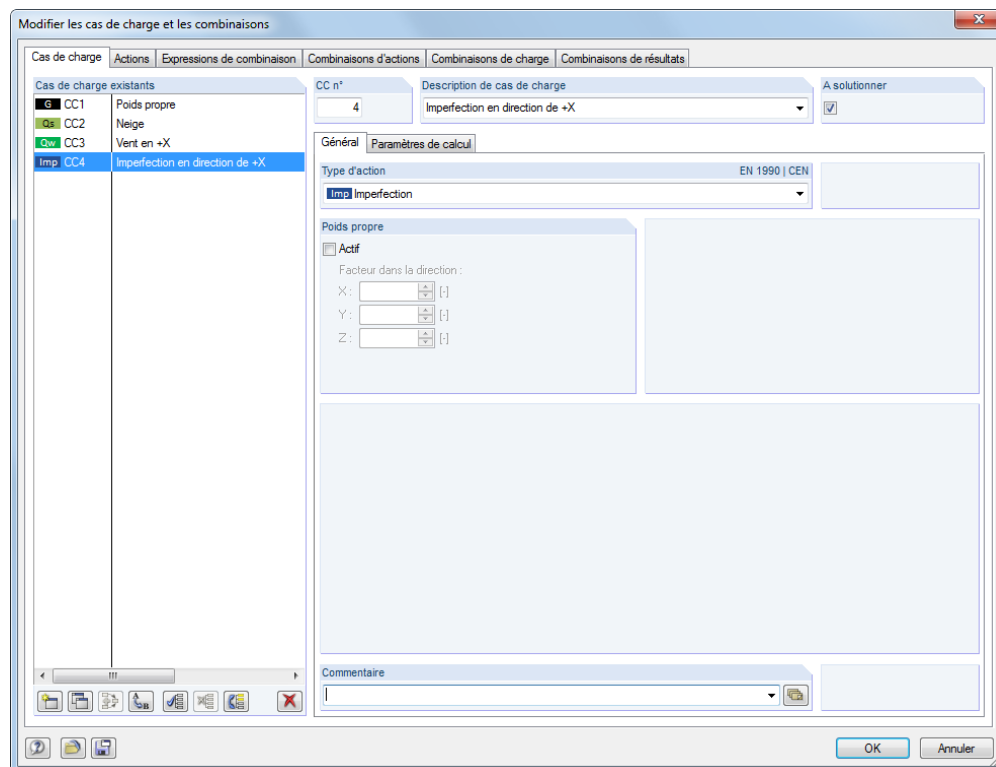


Figure 5.13 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*

Vous fermez la boîte de dialogue en cliquant sur [OK].

5.4.1 Barres de poteau



Vous utilisez le bouton [Nouvelle imperfection] pour ouvrir la boîte de dialogue *Nouvelle imperfection*.

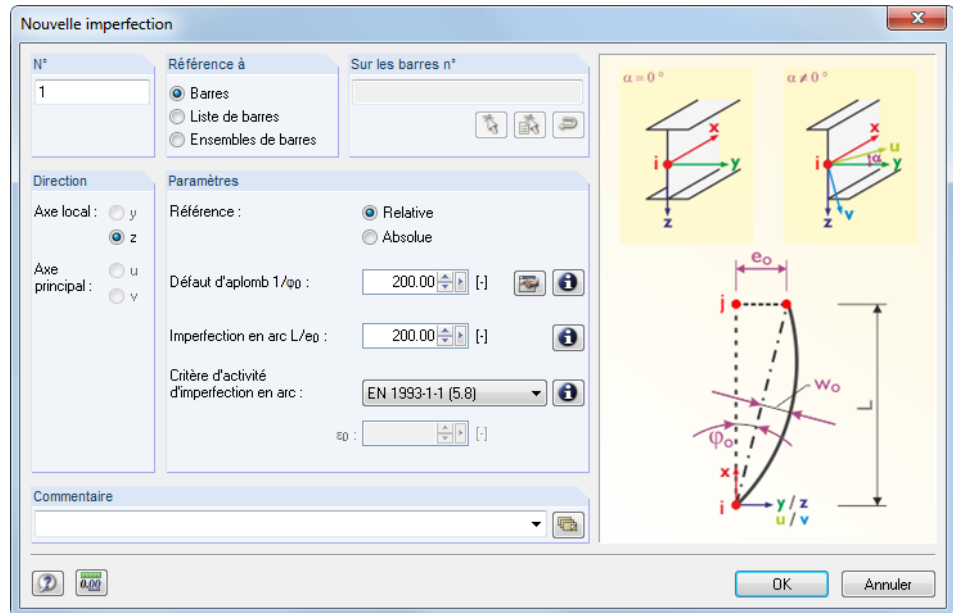


Figure 5.14 : Boîte de dialogue *Nouvelle imperfection*

Dans notre système structurel plan, vous ne pouvez appliquer que l'imperfection en *Direction* de l'axe z de la barre.

Vous ne modifiez pas le *Défaut d'aplomb* prédéfini $1/\phi_0$ de 200, mais vous modifiez la valeur de l'*Imperfection en arc* L/e_0 par **200** (voir le chapitre 2.3, page 6).

Puis, vous définissez le *Critère d'activité d'imperfection en arc* en sélectionnant **EN 1993-1-1 (5.8)** dans la liste.

Vous confirmez l'entrée avec [OK] et cliquez sur les barres de poteau **1** et **6** pour attribuer les imperfections.

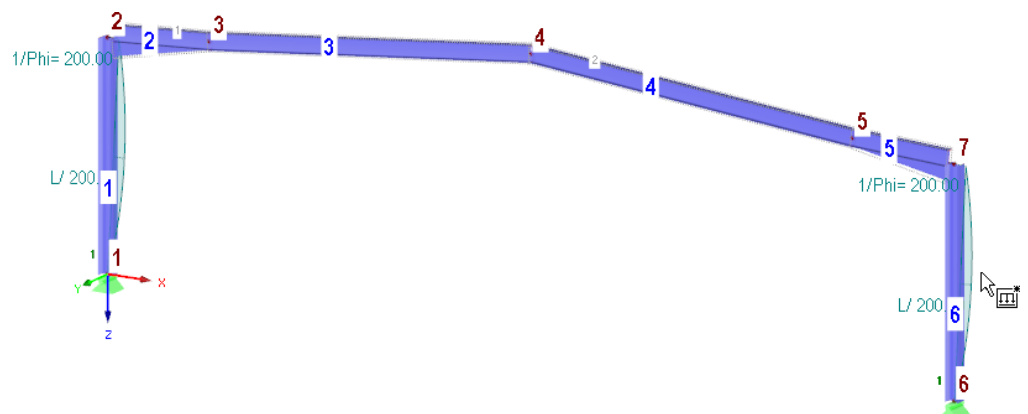


Figure 5.15 : Attribution des imperfections aux poteaux

Vous quittez la fonction avec la touche [Esc] ou bien en cliquant dans la fenêtre graphique avec le bouton droit de la souris.

5.4.2 Barres continues avec des poutres horizontales

Pour les poutres horizontales, vous devez appliquer une imperfection « continue » pour les deux barres de chaque côté. Cette fois-ci, vous sélectionnez d'abord les objets. Puis, vous attribuez les imperfections.

Comme la sélection graphique des barres continues dans le rendu n'est pas facile,

vous sélectionnez **Sélectionner** dans le menu **Modifier** et puis, vous cliquez sur **Spécial** ou vous utilisez le bouton de la barre d'outils figuré à gauche.

Dans la boîte de dialogue *Sélection spéciale*, vous cochez l'option **Tout** de la catégorie *Ensembles de barres* pour sélectionner les deux ensembles de barres. Après vous confirmez avec [OK].

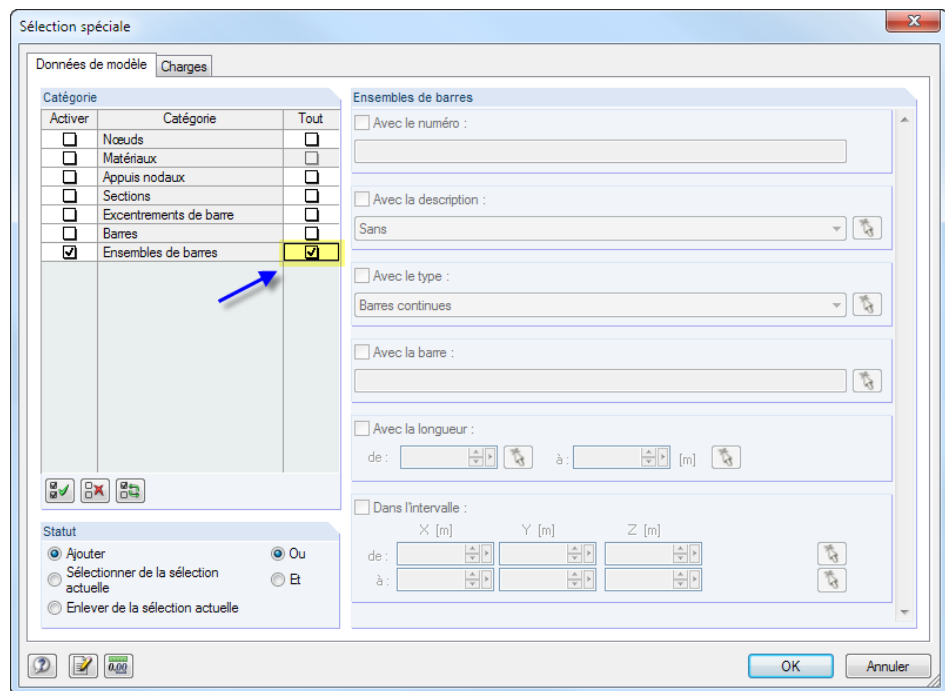


Figure 5.16 : Boîte de dialogue *Sélection spéciale*

De nouveau, vous utilisez le bouton [Nouvelle imperfection] pour ouvrir la boîte de dialogue *Nouvelle imperfection*.

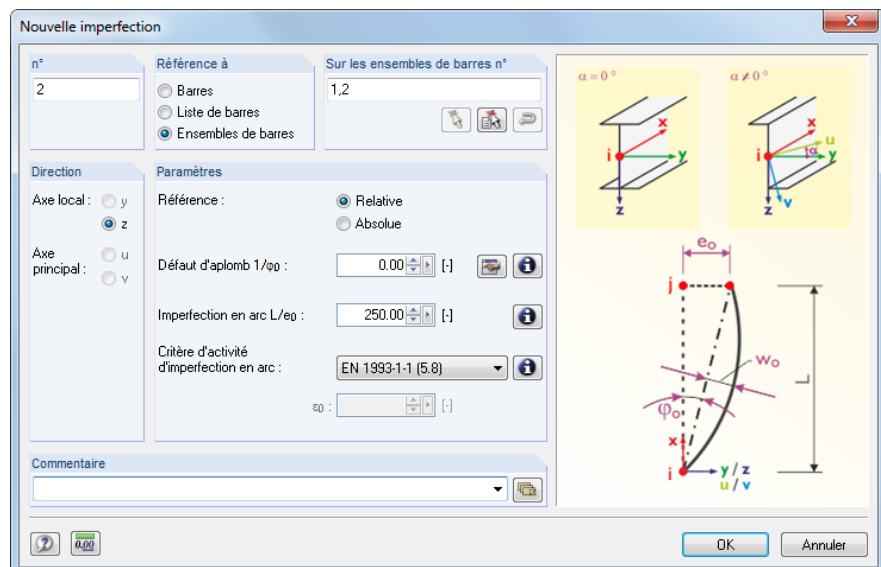


Figure 5.17 : Boîte de dialogue *Nouvelle imperfection*

Les numéros des deux ensembles de barres sont prédéfinis.

Vous intégrez les valeurs du *Défaut d'aplomb* $1/\varphi_0$ à **0** et de l'*Imperfection en arc* L/e_0 à **250** (voir le chapitre 2.3, page 6).

Après avoir cliqué sur le bouton [OK], vous pouvez voir les imperfections affichées dans le modèle.

Les directions du défaut d'aplomb et de l'imperfection en arc sur la poutre droite ne correspondent pas encore aux spécifications (voir Figure 2.1, page 5). Vous cliquez deux fois sur l'imperfection pour ouvrir la boîte de dialogue *Modifier l'imperfection*.

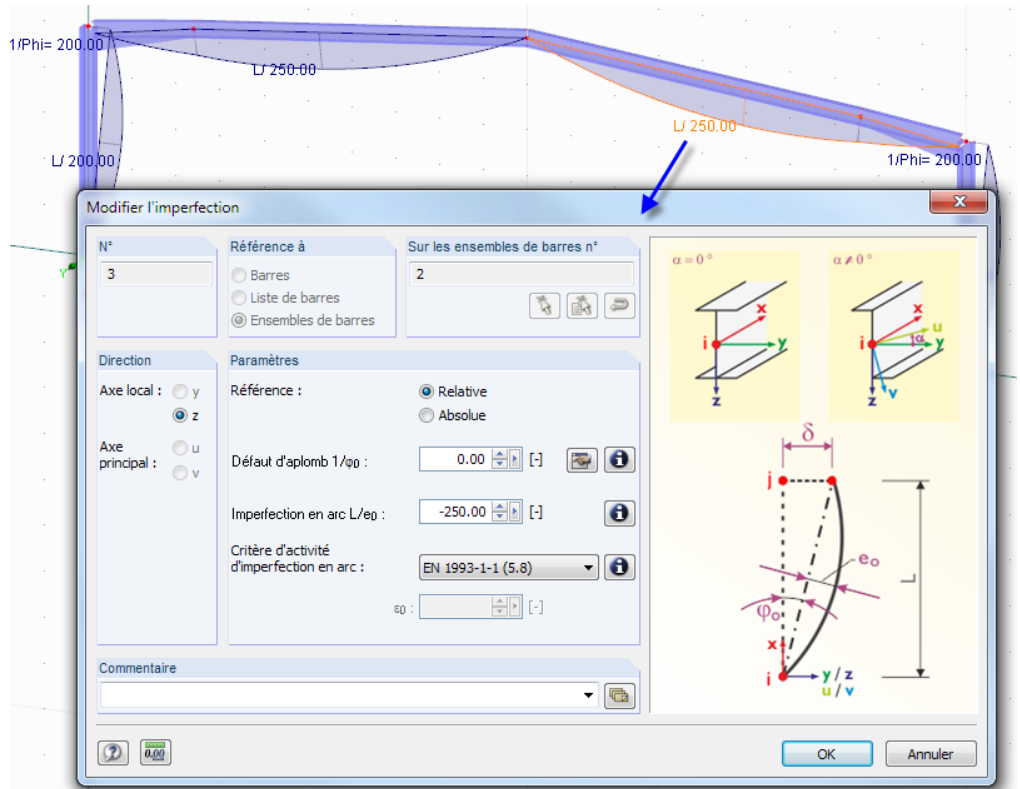


Figure 5.18 : Ajustement de l'orientation de l'imperfection en arc

Vous insérez un signe négatif [-] devant la valeur de l'imperfection en arc. Ainsi, l'imperfection agit en direction de l'axe négatif z de la barre.

Quand vous cliquez sur [OK], vous pouvez voir que les imperfections sont affichées correctement.

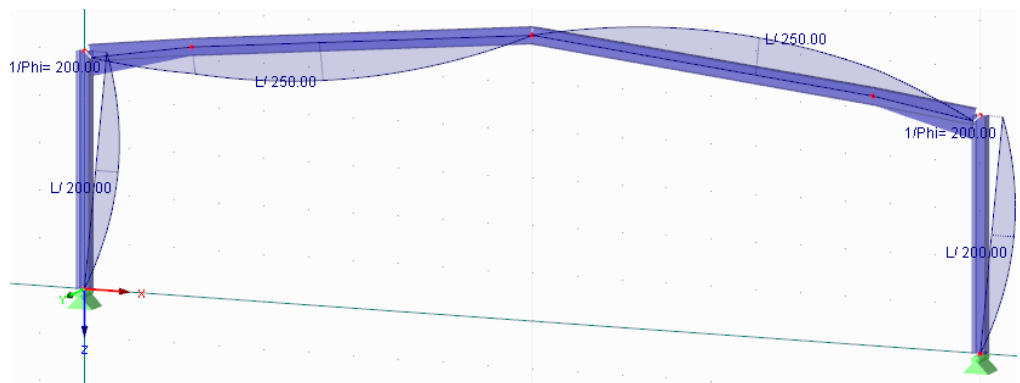


Figure 5.19 : Les imperfections pour les poteaux et les poutres horizontales

5.5 Vérification des cas de charge

Les quatre cas de charge ont été complètement insérés. Il est recommandé d'[Enregistrer] maintenant l'entrée.

Vous pouvez vérifier rapidement chaque cas de charge dans les graphiques. Les boutons [◀] et [▶] dans la barre d'outils permettent la sélection des cas de charge précédents et suivants.



Figure 5.20 : Parcourir les cas de charge

L'entrée graphique des charges est reflétée dans l'arborescence du navigateur *Données* autant que dans les tableaux. Vous pouvez accéder aux données de chargement dans le tableau 3. *Charges* qui peuvent être définies avec le bouton figuré à gauche.

Le graphique et les tableaux sont interactifs. Pour trouver une charge dans le tableau, par exemple une charge de barre, vous définissez le tableau 3.2 *Charges de barre* et puis, vous sélectionnez la charge dans la fenêtre graphique. Vous pouvez voir que le pointeur se déplace à la ligne correspondante du tableau.

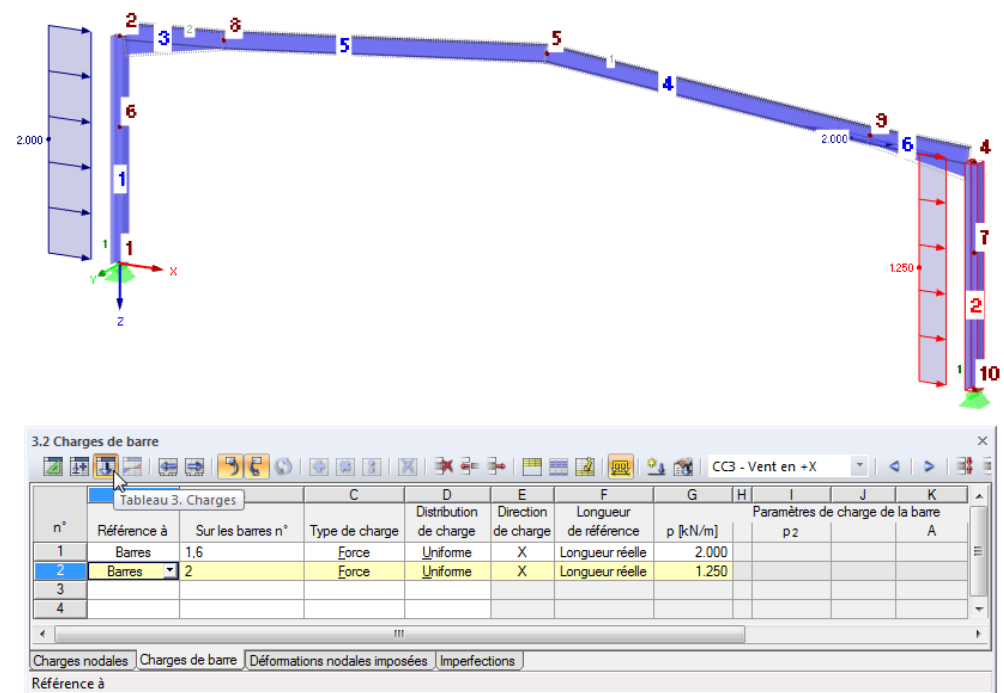


Figure 5.21 : Interaction entre le graphique et les tableaux de charge

6. Combinaisons d'actions

Vous combinez les cas de charge selon EN 1990. Vous profitez du générateur intégré dans le programme pour superposer les actions avec les facteurs partiels de sécurité requis et le coefficient de combinaison. Les conditions correspondantes ont déjà été créées quand le modèle a été défini dans la boîte de dialogue *Données de base* où vous avez sélectionné l'option *Créer les combinaisons automatiquement* (voir la Figure 3.1, page 7).

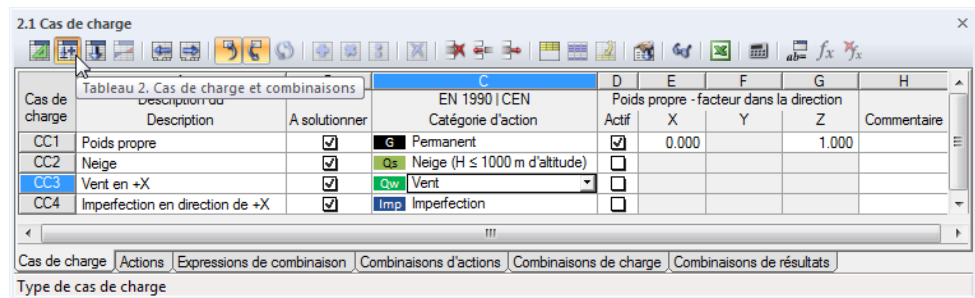
Le *Type d'action* défini pour les cas de charge (voir la Figure 5.13, page 33) détermine la manière de combinaison des cas de charge dans différentes situations de calcul.

6.1 Contrôle des actions

Les cas de charge doivent être attribués aux *Actions* qui seront superposées selon des règles. Les actions représentent les valeurs d'influence indépendantes qui viennent de différentes origines.



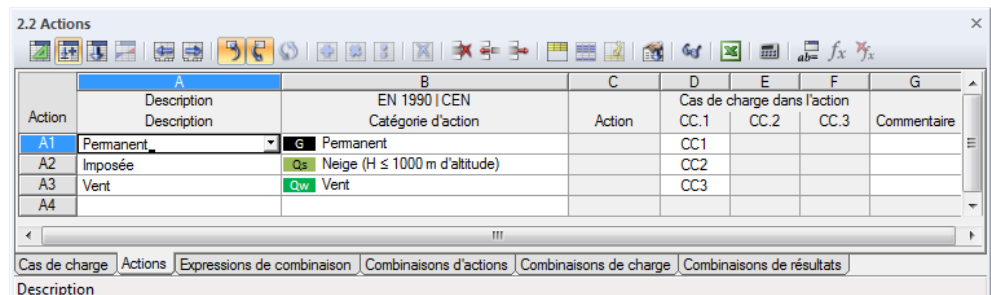
Les cas de charge, actions et combinaisons sont gérés dans la boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons* (voir la Figure 5.13, page 33) tout comme dans les tableaux de numéro 2. Vous pouvez accéder à ces tableaux en cliquant sur le bouton de tableau affiché à gauche. Le tableau 2.1 *Cas de charge* vous montre les quatre cas de charge avec les catégories d'actions sélectionnées dans un aperçu clair.



Cas de charge	Description	A solutionner	EN 1990 CEN Catégorie d'action	Poids propre - facteur dans la direction				Commentaire
				Actif	X	Y	Z	
CC1	Poids propre	☒	G Permanent	☒	0.000		1.000	
CC2	Neige	☒	Qs Neige (H ≤ 1000 m d'altitude)	☒				
CC3	Vent en +X	☒	Qw Vent	☒				
CC4	Imperfection en direction de +X	☒	Imp Imperfection	☒				

Figure 6.1 : Tableau 2.1 *Cas de charge*

Le tableau suivant 2.2 *Actions* vous montre les cas de charge qui sont contenus dans les actions individuelles. Chaque cas de charge de notre exemple est attribué à une action indépendante. Néanmoins, si vous avez défini, par exemple dans un modèle spatial, plusieurs cas de charge de vent pour différentes directions, ils seront tous listés dans l'action *Vent*.



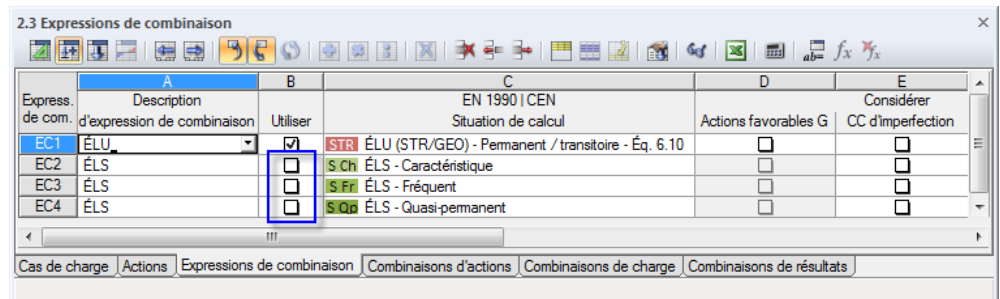
Action	Description	EN 1990 CEN Catégorie d'action	Action	Cas de charge dans l'action			Commentaire
				CC.1	CC.2	CC.3	
A1	Permanent	G Permanent		CC1			
A2	Imposée	Qs Neige (H ≤ 1000 m d'altitude)		CC2			
A3	Vent	Qw Vent		CC3			
A4							

Figure 6.2 : Tableau 2.2 *Actions*

Les imperfections manquent dans ce tableau car elles ne représentent pas des actions « réelles ».

6.2 Définition des expressions de combinaison

En conformité avec EN 1990, vous devez combiner les actions pour la vérification des états limites ultime et de service selon certaines règles. Le tableau 2.3 *Expressions de combinaison* vous montre quels états limites sont définis pour l'analyse.



Express. de com.	Description d'expression de combinaison	B	Utiliser	C	EN 1990 CEN	Situation de calcul	D	Actions favorables G	E	Considérer CC d'imperfection
EC1	ÉLU	☒	☒	STR	ÉLU (STR/GEO) - Permanent / transitoire - Éq. 6.10		☐		☐	
EC2	ÉLS	☐	☐	S Ch	ÉLS - Caractéristique		☐		☐	
EC3	ÉLS	☐	☐	S Fr	ÉLS - Fréquent		☐		☐	
EC4	ÉLS	☐	☐	S Qp	ÉLS - Quasi-permanent		☐		☐	

Figure 6.3 : Tableau 2.3 *Expressions de combinaison*

Il n'y a que l'état limite ultime (ELU) qui est relevant pour notre exemple. Ainsi, vous enlevez les trois coches dans la colonne du tableau *Utiliser* pour des règles de combinaisons des états limites de service (ELS).

Vous cliquez sur le bouton droit de la souris sur l'insertion du tableau **EC1** (dans la première colonne du tableau). Le menu contextuel s'ouvre et vous y sélectionnez l'entrée *Modifier à l'aide de dialogue*.

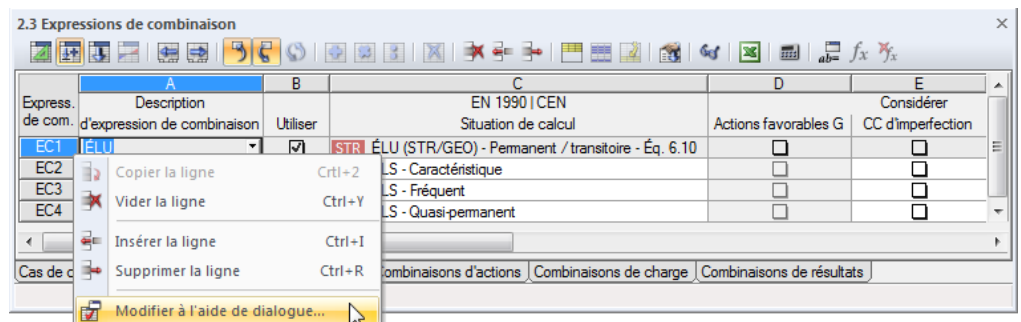


Figure 6.4 : Menu contextuel de la ligne de tableau

La boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons* sera affichée (voir la figure ci-dessous). Dans l'onglet de dialogue *Expressions de combinaison*, vous pouvez ajuster les paramètres selon lesquels les combinaisons sont créées.

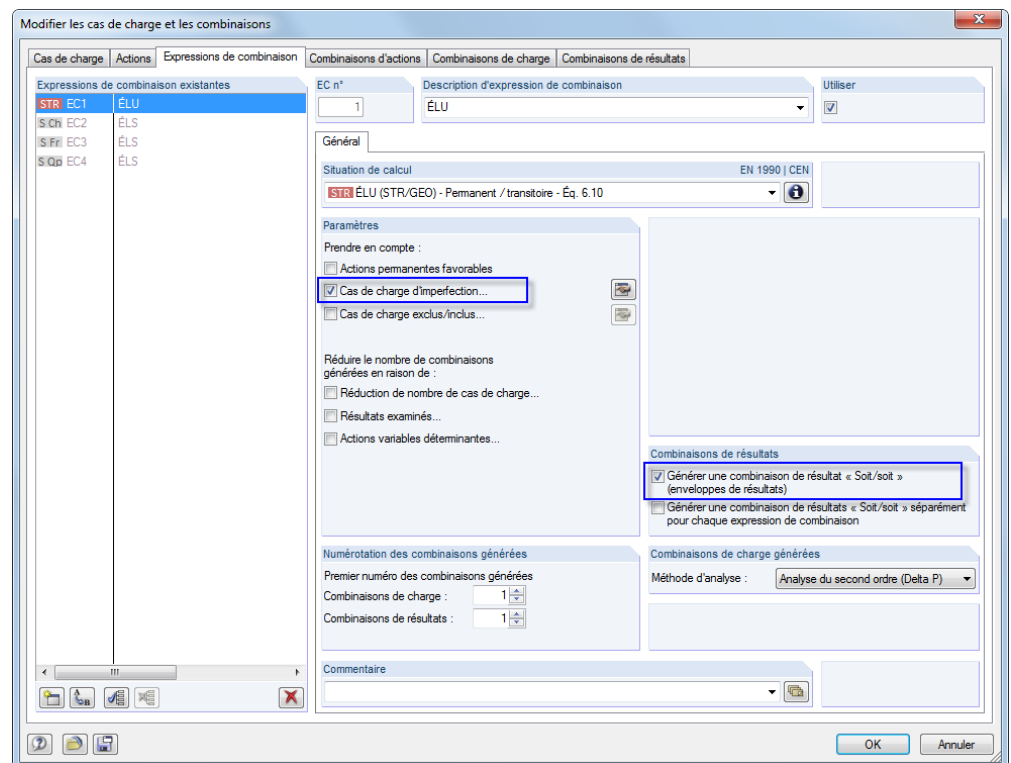


Figure 6.5 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, onglet *Expressions de combinaison*

Dans la section de dialogue *Paramètres*, vous activez l'option **Cas de charge d'imperfection** pour *Prendre en compte* les imperfections pour la génération des combinaisons. Dès que la case est cochée, la boîte de dialogue suivante s'affiche.

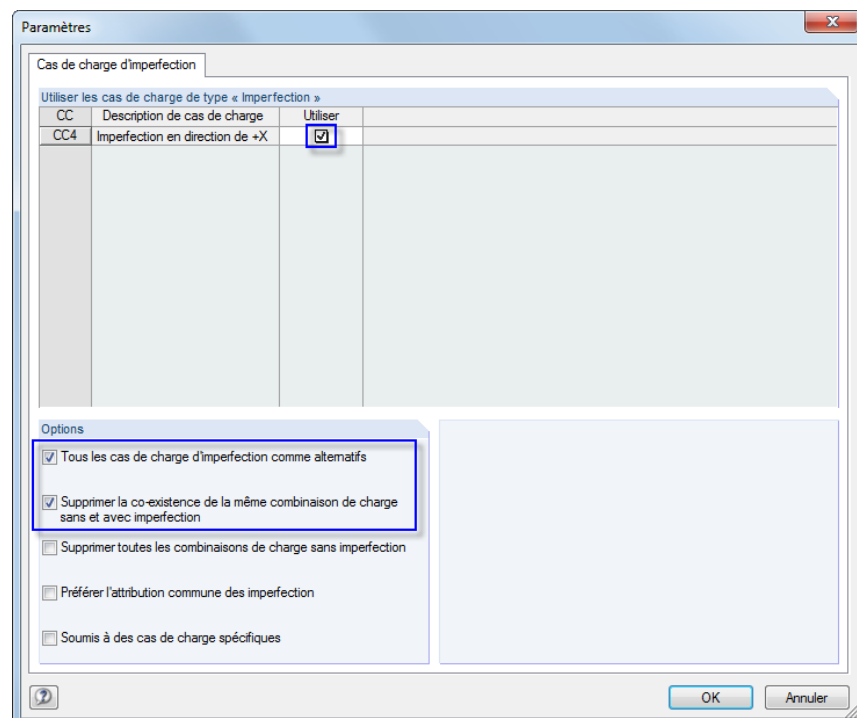
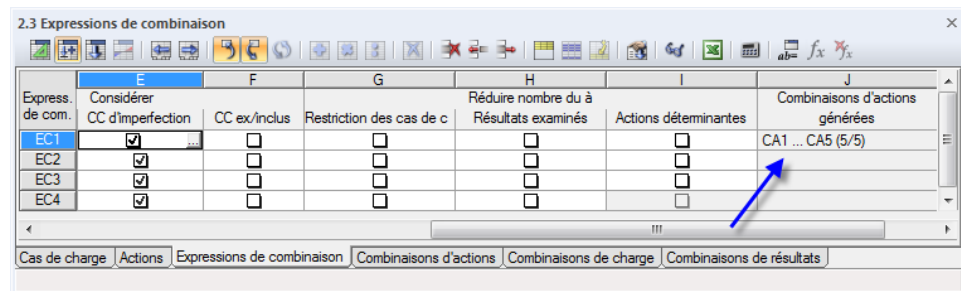


Figure 6.6 : Boîte de dialogue *Paramètres* pour les cas de charge d'imperfection

Vous vérifiez si les coches sont définies dans la colonne *Utiliser* du tableau tout comme dans la section de dialogue *Options* comme affiché dans la figure ci-dessus. Puis, vous confirmez les données avec [OK].

Dans la boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons* (voir la Figure 6.5), vous choisissez l'option **Générer une combinaison de résultats « Soit/soit »**. Cette combinaison donne des valeurs extrêmes des résultats de toutes les combinaisons de charge (enveloppe).

Quand vous confirmez la boîte de dialogue avec [OK], RSTAB crée les combinaisons d'action. Le tableau 2.3 vous informe sur cinq combinaisons dans la colonne de tableau *Combinaisons d'actions générées*.

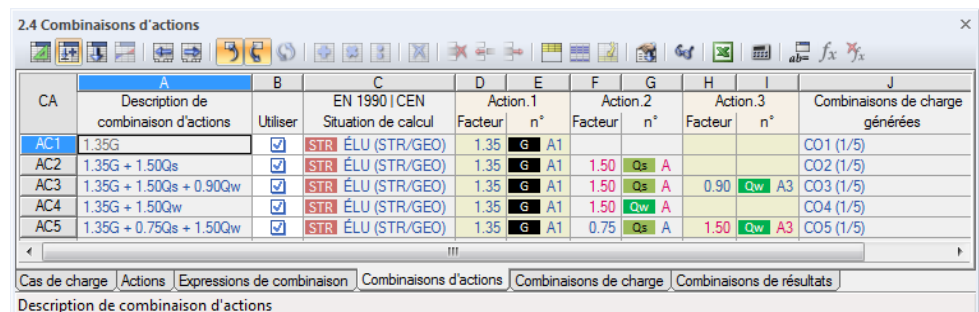


Express. de com.	Considérer CC d'imperfection	CC ex/inclus	Restriction des cas de c	Réduire nombre du à Résultats examinés	Actions déterminantes	Combinaisons d'actions générées
EC1	☒	☐	☐	☐	☐	CA1 ... CA5 (5/5)
EC2	☒	☐	☐	☐	☐	
EC3	☒	☐	☐	☐	☐	
EC4	☒	☐	☐	☐	☐	

Figure 6.7 : Tableau 2.3 *Expressions de combinaison*, colonne du tableau *Combinaisons d'actions générées*

6.3 Création des combinaisons d'actions

RSTAB crée automatiquement cinq combinaisons d'actions (voir la Figure 6.7) qui sont listées et classées par action dans le tableau 2.4 *Combinaisons d'actions*.



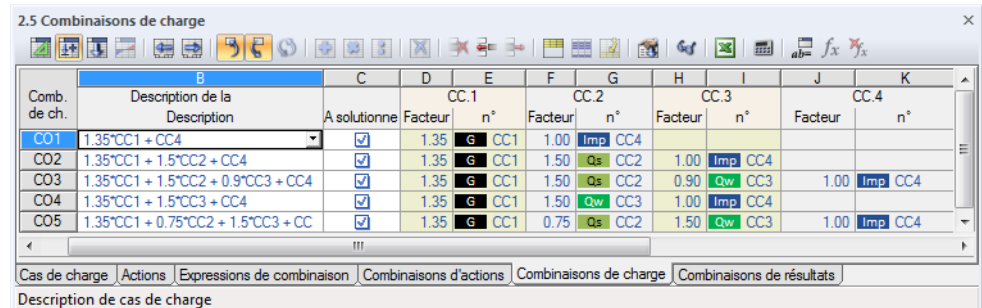
CA	Description de combinaison d'actions	Utiliser	EN 1990 CEN Situation de calcul	Action.1 Facteur n*	Action.2 Facteur n*	Action.3 Facteur n*	Combinaisons de charge générées
AC1	1.35G	☒	STR ÉLU (STR/GEO)	1.35 G A1			C01 (1/5)
AC2	1.35G + 1.50Qs	☒	STR ÉLU (STR/GEO)	1.35 G A1	1.50 Qs A		C02 (1/5)
AC3	1.35G + 1.50Qs + 0.90Qw	☒	STR ÉLU (STR/GEO)	1.35 G A1	1.50 Qs A	0.90 Qw A3	C03 (1/5)
AC4	1.35G + 1.50Qw	☒	STR ÉLU (STR/GEO)	1.35 G A1	1.50 Qw A		C04 (1/5)
AC5	1.35G + 0.75Qs + 1.50Qw	☒	STR ÉLU (STR/GEO)	1.35 G A1	0.75 Qs A	1.50 Qw A3	C05 (1/5)

Figure 6.8 : Tableau 2.4 *Combinaisons d'actions*

Cet aperçu correspond à la présentation des actions décrites dans les normes. Quand vous regardez dans la colonne *Utiliser*, vous voyez quelles combinaisons d'actions seront considérées pour la génération des combinaisons de charge.

6.4 Création des combinaisons de charge

Il y a cinq combinaisons de charge qui sont créées automatiquement à partir de cinq combinaisons d'actions. Le résultat est listé dans le tableau suivant 2.5 *Combinaisons de charge*.



Comb. de ch.	Description de la Description	A solutionner	Facteur	CC. 1	Facteur	CC. 2	Facteur	CC. 3	Facteur	CC. 4
CO1	1.35*CC1 + CC4	☒	1.35	G CC1	1.00	Imp CC4				
CO2	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + CC4	☒	1.35	G CC1	1.50	Qs CC2	1.00	Imp CC4		
CO3	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC3 + CC4	☒	1.35	G CC1	1.50	Qs CC2	0.90	Qw CC3	1.00	Imp CC4
CO4	1.35*CC1 + 1.5*CC3 + CC4	☒	1.35	G CC1	1.50	Qw CC3	1.00	Imp CC4		
CO5	1.35*CC1 + 0.75*CC2 + 1.5*CC3 + CC4	☒	1.35	G CC1	0.75	Qs CC2	1.50	Qw CC3	1.00	Imp CC4

Figure 6.9 : Table 2.5 *Combinaisons de charge*

Les colonnes D à K du tableau vous informent sur les cas de charge y compris les facteurs partiels de sécurité et les facteurs de combinaison qui sont pris en compte pour chaque combinaison de charge.

Les imperfections sont contenues dans toutes les combinaisons comme spécifié auparavant (voir la Figure 6.6).

Pour ouvrir la boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, vous utilisez le menu contextuel de la ligne de tableau (voir la Figure 6.4, page 39), ou bien

vous cliquez sur **Cas de charge et combinaisons** dans le menu **Modifier** et puis, vous cliquez sur les **Combinaisons de charge** pour voir les combinaisons de charge créées.

Modifier les cas de charge et les combinaisons

Cas de charge	Actions	Expressions de combinaison	Combinaisons d'actions	Combinaisons de charge	Combinaisons de résultats																																			
Combinaisons de charge existantes STR CO1 1.35*CC1 + CC4 STR CO2 1.35*CC1 + 1.5*CC2 + CC4 STR CO3 1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC3 + CC4 STR CO4 1.35*CC1 + 1.5*CC3 + CC4 STR CO5 1.35*CC1 + 0.75*CC2 + 1.5*CC3 + CC4																																								
CO n° 3			Description de combinaison de charge STR 1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC3 + CC4		A solutionner ☒																																			
Général Paramètres de calcul																																								
Cas de charge dans la combinaison de charge CO3 <table border="1"> <thead> <tr> <th>n°</th> <th>Facteur</th> <th>Cas de charge</th> <th>Action</th> <th>Déterminant</th> <th>γ</th> <th>ψ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.350</td> <td>G CC1 - Poids propre</td> <td>G A1 - Permanent</td> <td>☐</td> <td>1.35</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.500</td> <td>Qs CC2 - Neige</td> <td>Qs A2 - Imposée</td> <td>☒</td> <td>1.50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.900</td> <td>Qw CC3 - Vent en +X</td> <td>Qw A3 - Vent</td> <td>☐</td> <td>1.50</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1.000</td> <td>Imp CC4 - Imperfection en direction de +X</td> <td></td> <td>☐</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						n°	Facteur	Cas de charge	Action	Déterminant	γ	ψ	1	1.350	G CC1 - Poids propre	G A1 - Permanent	☐	1.35		2	1.500	Qs CC2 - Neige	Qs A2 - Imposée	☒	1.50		3	0.900	Qw CC3 - Vent en +X	Qw A3 - Vent	☐	1.50	0.60	4	1.000	Imp CC4 - Imperfection en direction de +X		☐		
n°	Facteur	Cas de charge	Action	Déterminant	γ	ψ																																		
1	1.350	G CC1 - Poids propre	G A1 - Permanent	☐	1.35																																			
2	1.500	Qs CC2 - Neige	Qs A2 - Imposée	☒	1.50																																			
3	0.900	Qw CC3 - Vent en +X	Qw A3 - Vent	☐	1.50	0.60																																		
4	1.000	Imp CC4 - Imperfection en direction de +X		☐																																				
Commentaire																																								

OK

Annuler

Figure 6.10 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, onglet *Combinaisons de charge*

Quand vous sélectionnez les *Combinaisons de charge existantes* les unes après les autres dans la liste, vous pouvez voir tous les cas de charge ensemble avec les facteurs partiels de sécurité

et les facteurs de combinaisons correspondant affichés dans la section de dialogue à droite. Les cas de charge agissant comme *Déterminants* dans la combinaison sont identifiés par une coche.

En plus, vous pouvez utiliser l'onglet *Paramètres de calcul* pour vérifier les spécifications appliquées par RSTAB pour le calcul de différentes combinaisons de charge.

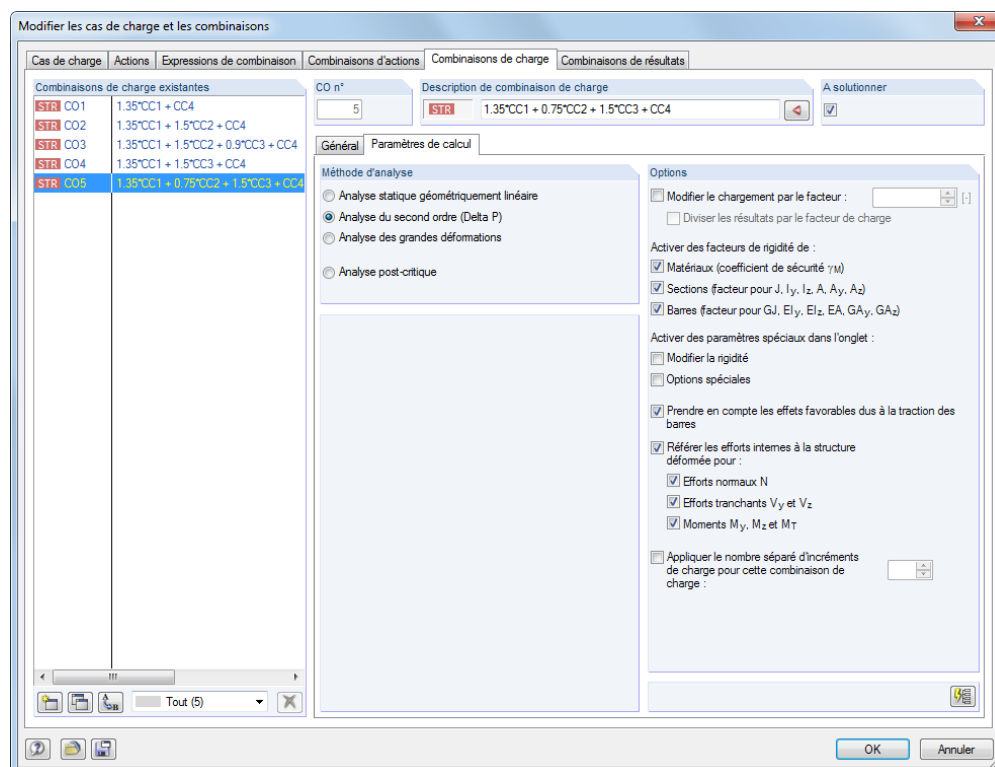


Figure 6.11 : Vérification des *Paramètres de calcul* d'une combinaison de charge

Principalement, les combinaisons de charge sont calculées de façon non-linéaire selon l'*Analyse du second ordre (Delta P)*. Ainsi, il est possible de prendre en compte les influences de la déformation structurelle qui causent les incréments des efforts internes.

6.5 Vérification des combinaisons de résultats

Quand vous définissez les expressions de combinaison, vous activez l'option *Générer une combinaison de résultats « Soit/Soit »* (voir la Figure 6.5, page 40) qui vous donne l'information sur les valeurs extrêmes de toutes les combinaisons de charge.

RSTAB génère une enveloppe de résultats des combinaisons de charge. Le critère de définition peut être vérifié dans l'onglet final de la boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons* tout comme dans le tableau 2.6 *Combinaisons de résultats*.

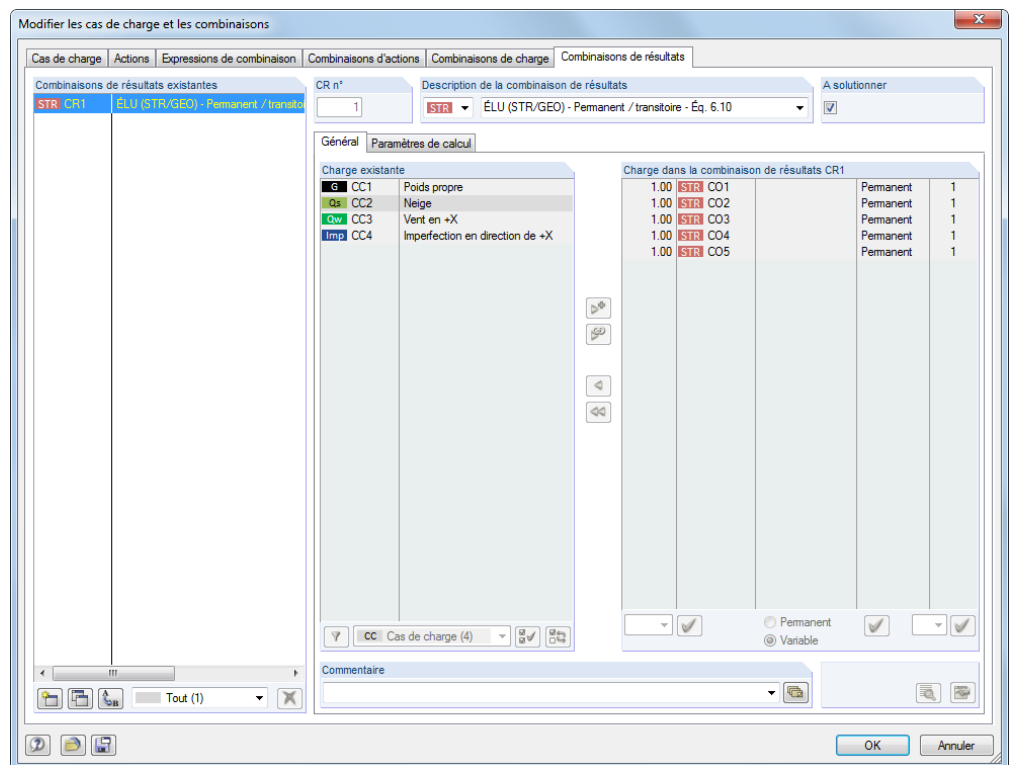


Figure 6.12 : Boîte de dialogue *Modifier les cas de charge et les combinaisons*, onglet *Combinaisons de résultats*

Toutes les combinaisons de charge sont superposées avec le facteur 1.00 et le critère *Permanent*. Elles sont toutes attribuées au groupe 1 qui signifie qu'elles agissent alternativement.



Ainsi, le critère de superposition est complètement défini. Vous pouvez enregistrer l'entrée avec le bouton [Enregistrer].

7. Calcul

7.1 Vérification des données d'entrée



Avant de calculer votre structure, vous souhaitez que RSTAB fasse le contrôle des entrées. Pour ouvrir la boîte de dialogue correspondante,

vous sélectionnez le **Contrôle de plausibilité** dans le menu **Outils**.

La boîte de dialogue *Contrôle de plausibilité* s'ouvre et vous y définissez les paramètres suivants.

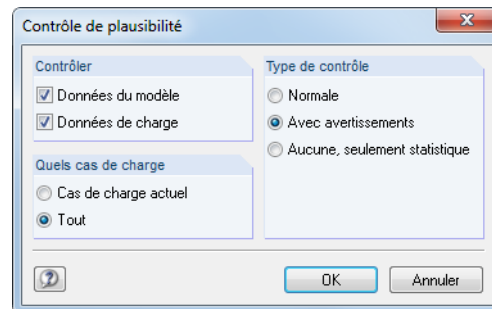


Figure 7.1 : Boîte de dialogue *Contrôle de plausibilité*

S'il n'y a pas d'erreur détectée après avoir cliqué sur [OK], un message correspondant est affiché y compris un résumé des données de modèle et de charge.

7.2 Calcul des données

Pour démarrer le calcul,



vous sélectionnez **Calculer tout** dans le menu **Calculer**

ou vous utilisez le bouton dans la barre d'outils figuré à gauche.

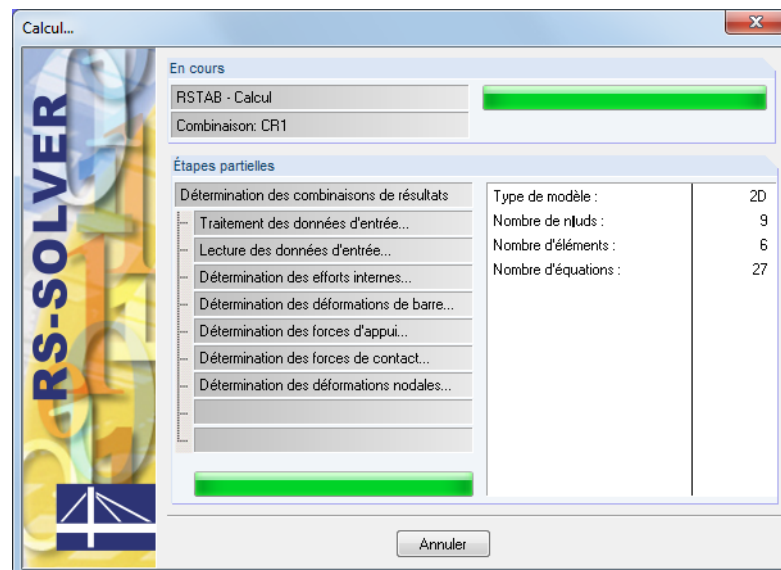


Figure 7.2 : Procédé de calcul

8. Résultats

8.1 Résultats graphiques



Dès que le calcul est terminé, RSTAB affiche les déformations du cas de charge actuellement défini. Les derniers paramètres de charge ont été CR1 et ainsi, vous pouvez voir les résultats minimaux et maximaux de cette combinaison de résultats.

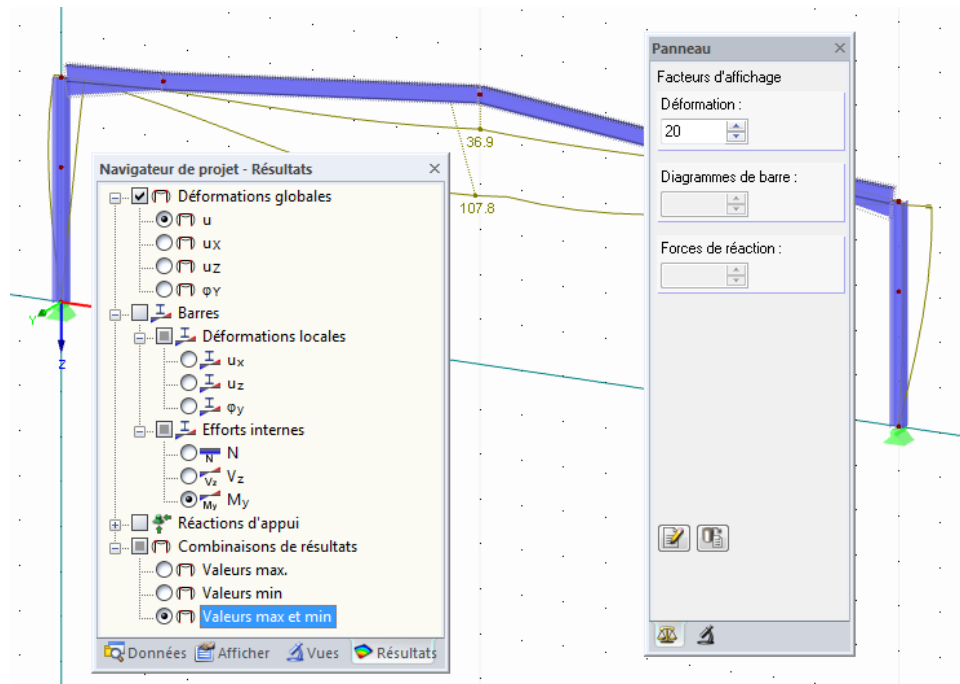


Figure 8.1 : Graphique des déformations pour la combinaison de résultats CR1

Sélection des cas de charge et des combinaisons de charge



Vous pouvez utiliser les boutons de la barre d'outils [◀] et [▶] (à droite de la liste des cas de charge) pour choisir parmi les résultats des cas de charge, combinaisons de charge et combinaisons de résultats. Vous connaissez déjà les boutons de la vérification des cas de charge. Il est aussi possible de sélectionner les charges dans la liste.

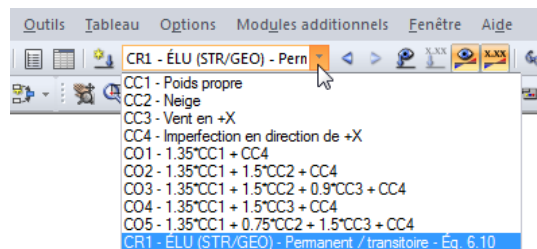


Figure 8.2 : Liste de cas de charge dans la barre d'outils



Sélection des résultats dans le navigateur

Un nouveau navigateur qui gère toutes les catégories de résultats pour l'affichage graphique s'affiche. Vous pouvez accéder au navigateur *Résultats* quand l'affichage de résultats est actif. Vous pouvez afficher ou masquer l'affichage de résultats dans le navigateur *Afficher*, mais vous pouvez aussi utiliser le bouton de la barre d'outils [Afficher les résultats] figuré à gauche.

Efforts internes M-y [kNm]
Réactions d'appui [kN]
CO5 : 1.35*CC1 + 0.75*CC2 + 1.5*CC3 + CC4

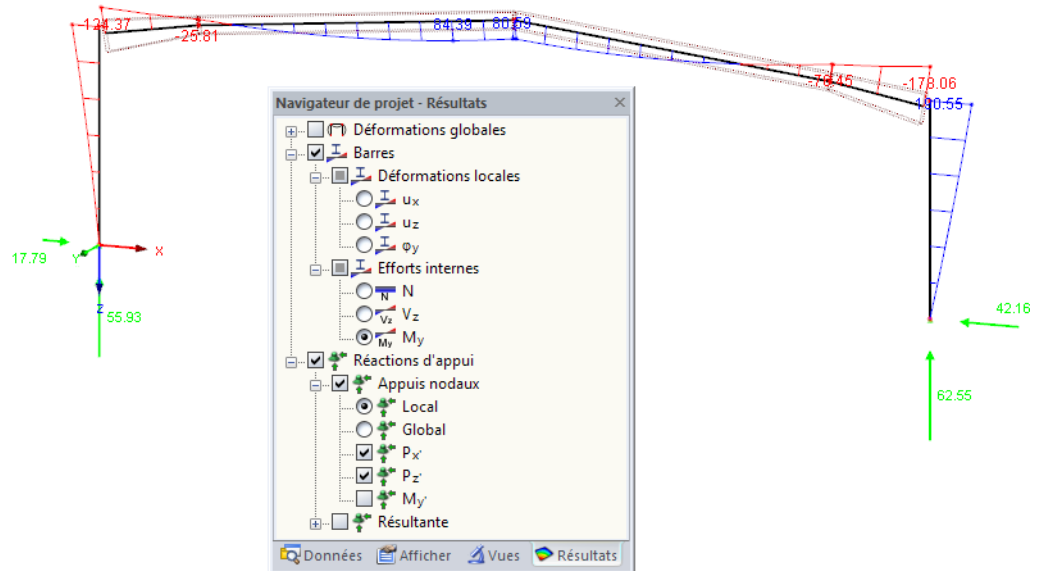
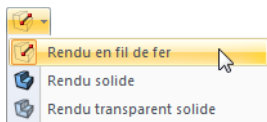


Figure 8.3 : Navigateur Résultats

Ensuite, vous pouvez parcourir les cas de charge particuliers. A l'aide de la sélection des différentes catégories de résultats, vous pouvez voir les déformations, efforts internes et réactions d'appui affichés dans RSTAB.

Dans la figure ci-dessus, vous pouvez voir les efforts internes des barres M_y et les réactions d'appui $P_{x'}$ et $P_{z'}$ calculés pour la CO5. Pour afficher les efforts, il est recommandé d'utiliser le rendu en fil de fer. Vous pouvez définir cette option d'affichage à l'aide du bouton figuré à gauche.



Afficher les déformations comme animation

La déformation du modèle ne sera pas représentée seulement dans son état final mais elle sera affichée comme une séquence animée. D'abord, dans le navigateur *Résultats*, vous définissez la catégorie de résultats **Déformations globales**. Vous pouvez aussi utiliser le bouton de la barre d'outils figuré à gauche.



Puis, vous cliquez sur le bouton [Animation] pour afficher le procédé de déformation pour toutes les étapes entre l'état initial et la déformation finale. Pour fermer la vue animée, vous cliquez sur le bouton encore une fois.

8.2 Tableaux de résultats



Vous pouvez évaluer les résultats aussi dans les tableaux.

Les tableaux de résultats sont affichés automatiquement quand le modèle est calculé. Ainsi que dans le cas des entrées numériques vous voyez différents tableaux avec des résultats. Le tableau 4.0 *Résultats - Résumé* vous offre un résumé des processus de calcul classés par cas de charge et combinaison de charge.

4.0 Résultats - Résumé

Tableau 4. Résultats		A	B	C	D
	Description	Valeur	Unité	Commentaire	
CO5 - 1.35*CC1 + 0.75*CC2 + 1.5*CC3 + CC4					
	Total des charges dans X	24.38	kN		
	Total des forces d'appui dans X	24.37	kN	Déviation: 0.00 %	
	Total des charges dans Z	118.48	kN		
	Total des forces d'appui dans Z	118.48	kN	Déviation: 0.00 %	
	Déplacement maximal dans la direction X	29.2	mm	Barre n° 6, x: 4.500 m	
	Déplacement maximal dans la direction Z	71.1	mm	Barre n° 3, x: 6.874 m	
	Déplacement vectoriel maximal	74.2	mm	Barre n° 3, x: 6.874 m	
	Rotation maximale autour de l'axe Y	-10.7	mrad	Barre n° 3, x: 0.764 m	
	Méthode d'analyse	2ème ordre		Analyse du second ordre (non linéaire)	
	Efforts internes rapportés au système déformé pour ...	☒		N, Vy, Vz, My, Mz, Mt	
	Considérer les effets favorables dus aux efforts de traction des barres	☒			
	Diviser les résultats par le facteur de CO	☐			
	Réduction de la rigidité par le coefficient partiel Gamma-M	☒			
	Nombre d'incrément de charge	1			
	Nombre d'itérations	3			
	Calculer le facteur de charge critique	☐			

Résultats - Résumé

Barres - Efforts internes

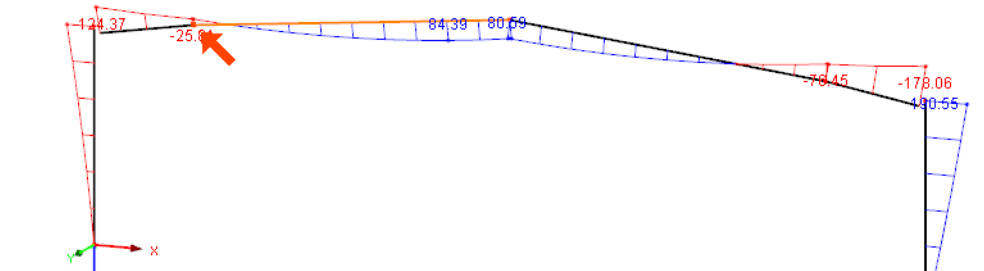
Ensemble de barres - Efforts internes

Sections - Efforts internes

Nœuds - Forces d'appui

Figure 8.4 : Tableau 4.0 *Résultats - Résumé*

Pour sélectionner d'autres tableaux, vous cliquez sur leurs onglets de tableau. Pour trouver les résultats spécifiques dans le tableau, par exemple les efforts internes d'une poutre horizontale, vous définissez le tableau 4.1 *Barres - Efforts internes*. Si vous cliquez sur la barre dans le graphique, vous voyez que le pointeur passe aux efforts internes correspondants dans le tableau. La position x actuelle de la barre qui signifie la position du pointeur dans la ligne de tableau est indiquée dans le graphique par une flèche de marquage.



4.1 Barres - Efforts internes

CO5 - 1.35°CC1 + 0.75

Barre n°	A Nœud n°	B Position x [m]	C Forces [kN]		D V _z	E Moments [kNm] M _y	F Section
			N				
3	3	0.000	-35.99		34.35	-25.81	2 - IPE 360
	4	7.638	-32.29		-6.60	80.59	
	Max N	7.638	-32.29		-6.60	80.59	
	Min N	0.000	-35.99		34.35	-25.81	
	Max V _z	0.000	-35.99		34.35	-25.81	
	Min V _z	7.638	-32.29		-6.60	80.59	
4		6.110	-33.10		1.62	84.39	2 - IPE 360
	Min M _y	0.000	-35.99		34.35	-25.81	
	4	0.000	-32.95		-0.08	80.59	
	5	7.638	-36.69		-40.85	-76.45	

Résultats - Résumé | Barres - Efforts internes | Ensemble de barres - Efforts internes | Sections - Efforts internes | Nœuds - Forces d'appui

Figure 8.5 : Efforts internes dans le tableau 4.1 et indication de la position x actuelle dans le modèle



Ainsi que la fonction de navigation dans la barre d'outils principale, vous pouvez utiliser les boutons [◀] et [▶] pour sélectionner les cas de charge dans le tableau. Vous pouvez utiliser aussi la liste dans la barre d'outils de tableau pour définir un cas de charge particulier.

8.3 Filtrer les résultats

RSTAB vous offre différents chemins et outils à l'aide desquels vous pouvez représenter et évaluer les résultats dans des aperçus clairement structurés. Vous pouvez utiliser ces outils aussi pour notre exemple.

8.3.1 Visibilités

Les vues partielles et encoches peuvent être utilisées comme appelé dans le logiciel *Visibilités* pour l'évaluation des résultats. Vous redémarrez le [Rendu transparent solide].

Afficher les résultats des poteaux

Vous cliquez sur l'onglet *Visibilités* dans le navigateur. Vous sélectionnez *Barres par section* listées sous les visibilités que RSTAB a générées à partir des données insérées. En complément, vous cochez l'entrée **HEA 300**.

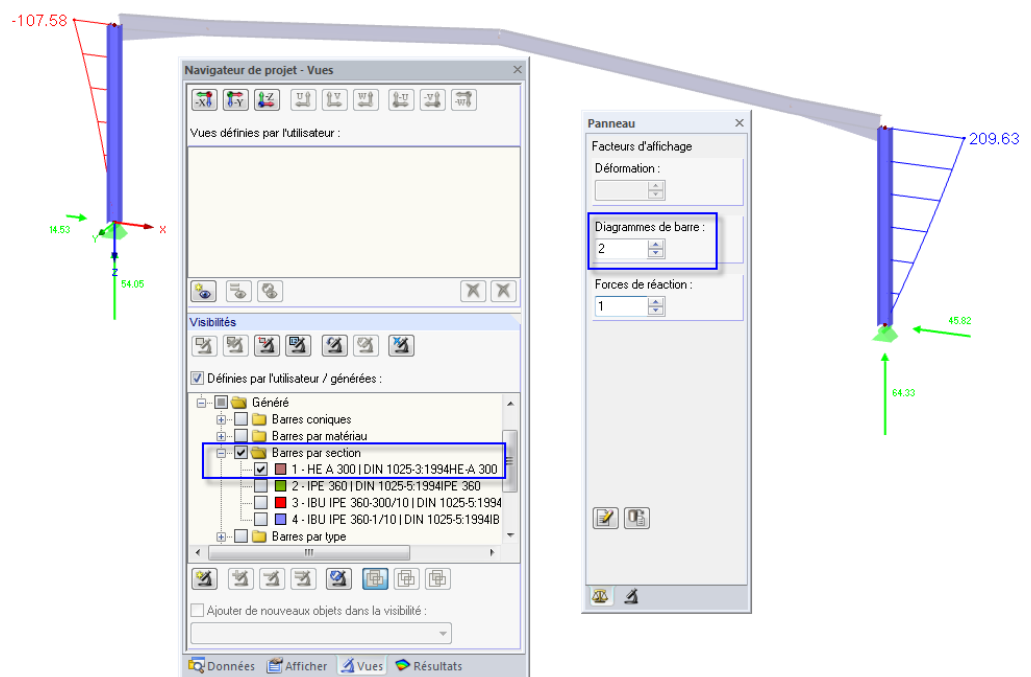
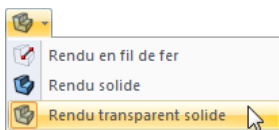


Figure 8.6 : Moments M_y des poteaux dans la représentation à l'échelle

L'affichage montre les deux poteaux y compris les résultats. Les autres parties du modèle sont affichées en gris et sans résultats.

Ajustement du facteur d'échelle

Afin de contrôler le diagramme des efforts internes sur le modèle rendu sans difficulté, vous mettez en échelle l'affichage des données dans l'onglet de contrôle du panneau. Vous modifiez le facteur pour les *Diagrammes de barre* à 2 (voir la figure ci-dessus).

Afficher les résultats d'une barre continue

De la même façon, vous pouvez filtrer les résultats des barres continues dans le navigateur *Visibilités*. Vous décochez la case pour les *Barres par section* et sélectionnez l'entrée *Ensembles de barres* où vous choisissez l'ensemble de barres n° 2.

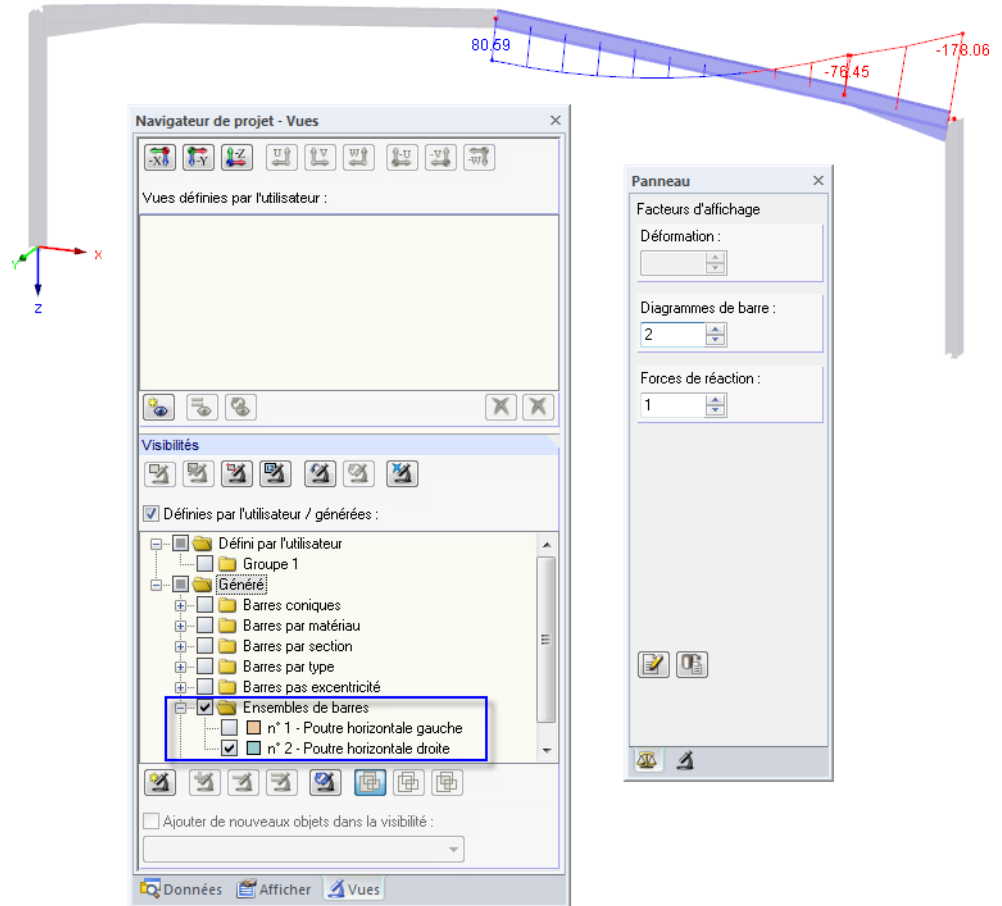


Figure 8.7 : Moments M_y de la barre droite continue

Comme déjà décrit, vous pouvez modifier l'affichage des catégories de résultats dans le navigateur *Résultats* (voir la Figure 8.3, page 47). La figure ci-dessus affiche le diagramme de moment de la poutre horizontale droite déterminé pour la CO5.

8.3.2 Résultats sur les objets



Il y a une autre possibilité de filtrer les résultats à l'aide de l'onglet filtre du panneau de contrôle où vous pouvez spécifier les numéros des barres particulières pour afficher exclusivement leurs résultats. Contrairement à la fonction de visibilité, le modèle s'affichera complètement dans le graphique.

D'abord, vous désactivez l'option *Définies par l'utilisateur/générées* dans le navigateur Vues.

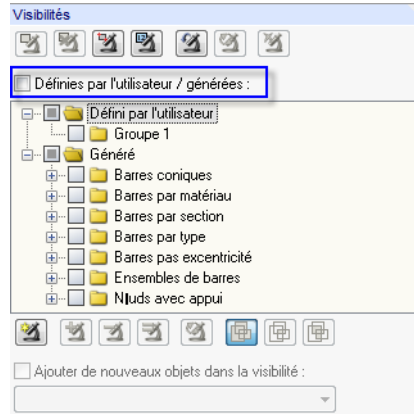


Figure 8.8 : Réactivation de la vue totale dans le navigateur Vues



Vous sélectionnez la barre 6 (poteau droit) par un clic de la souris. Puis, dans le panneau, vous modifiez l'onglet filtrer.



Vous cliquez sur le bouton [Importer de la sélection] et vous voyez que le numéro de la barre sélectionnée a été inséré dans le champ d'entrée ci-dessus. Puis, le graphique n'affiche que les résultats du poteau droit.

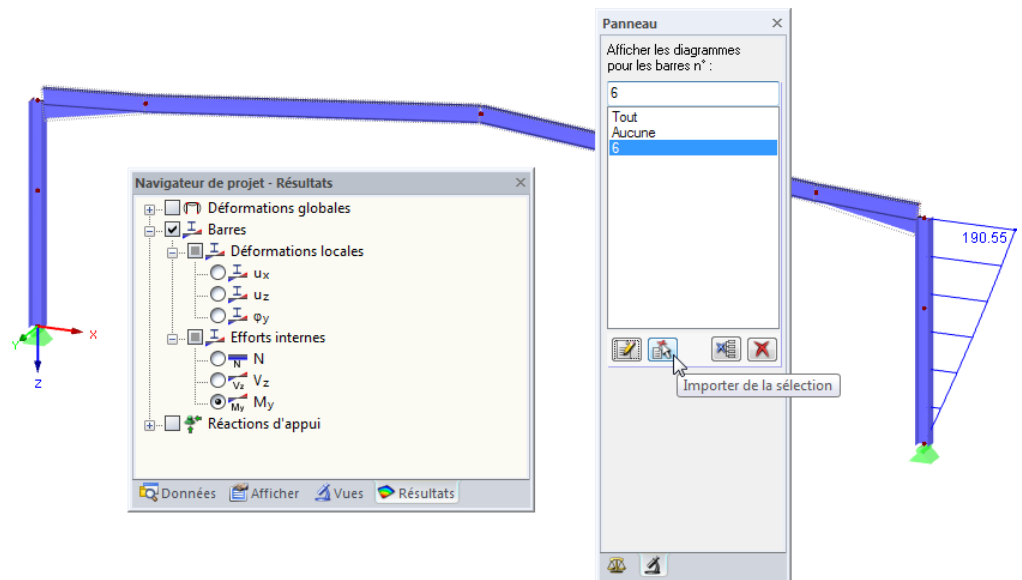


Figure 8.9 : Affichage des moments de la barre du poteau droit

Vous utilisez l'option de panneau *Tout* pour restaurer l'affichage complet des résultats.

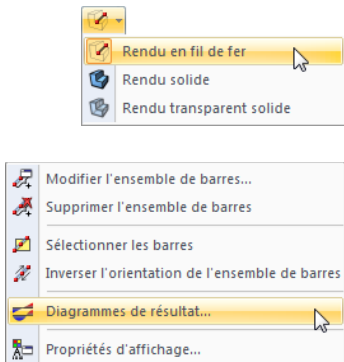
8.4 Affichage des diagrammes de résultats

Une autre manière d'évaluation des résultats des barres c'est le diagramme. Dans notre exemple, vous utilisez cette fonction pour voir le diagramme de résultats de la barre continue gauche.

La sélection graphique des barres continues est plus facile, si vous définissez le *Rendu en fil de fer*.

Vous cliquez par le bouton droit de la souris sur l'ensemble de barres 1 et sélectionnez l'entrée *Diagrammes de résultat* dans le menu contextuel.

Une nouvelle fenêtre qui vous montre les diagrammes de résultats de la barre horizontale gauche s'affiche.



Menu contextuel de l'ensemble de barres

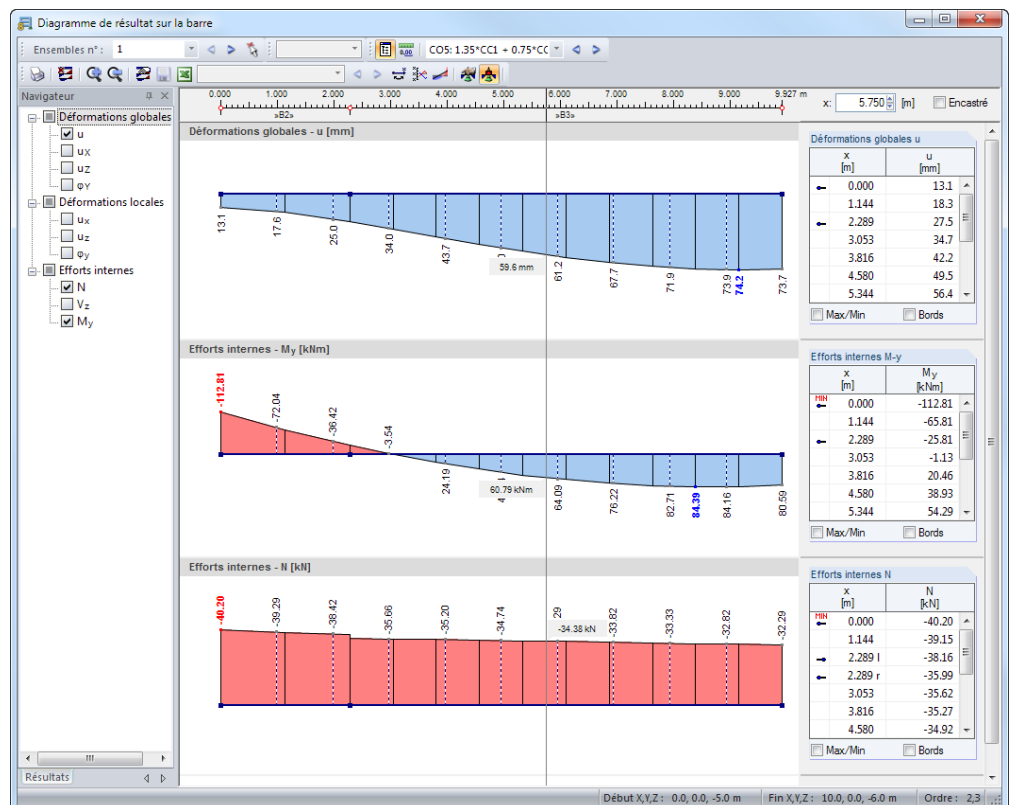


Figure 8.10 : Diagrammes de résultats de la poutre horizontale gauche

Dans le navigateur, vous cochez les cases pour les déformations globales u et les efforts internes N et M_y .

Pour ajuster la taille des diagrammes de résultat affichés, vous utilisez les boutons $[+]$ et $[-]$.

Les boutons $[◀]$ et $[▶]$ pour la sélection d'un cas de charge sont disponibles aussi dans la fenêtre de diagramme de résultat. Mais vous pouvez aussi utiliser la liste pour définir les résultats d'un cas de charge. Les mêmes boutons sont disponibles pour la sélection des *Ensembles* de barres dans le coin supérieur gauche de la fenêtre : Vous cliquez sur eux pour basculer entre les deux barres continues.

Vous quittez la fonction *Diagrammes de résultats* en fermant la fenêtre.



9. Documentation

9.1 Création du rapport d'impression

Il n'est pas recommandé d'envoyer les données d'entrée et de sortie directement à l'imprimante. RSTAB prépare les données dans un aperçu avant impression, c'est ce qu'on appelle le « rapport d'impression ». Vous utilisez le rapport pour déterminer les données que vous souhaitez inclure dans l'impression. En plus, vous pouvez ajouter un graphique, des descriptions ou des figures.



Pour ouvrir le rapport d'impression,

vous sélectionnez **Ouvrir le rapport d'impression** dans le menu **Fichier**

ou bien vous utilisez le bouton figuré à gauche. Une boîte de dialogue où vous pouvez spécifier un *Modèle type* comme un exemple pour un nouveau rapport d'impression s'affiche.

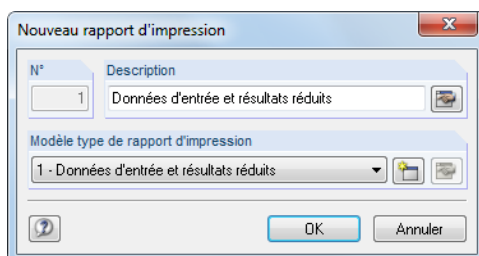


Figure 9.1 : Boîte de dialogue *Nouveau rapport d'impression*

Vous acceptez le modèle type 1 - *Données d'entrée et résultats réduits* et générez l'aperçu avant impression par [OK].

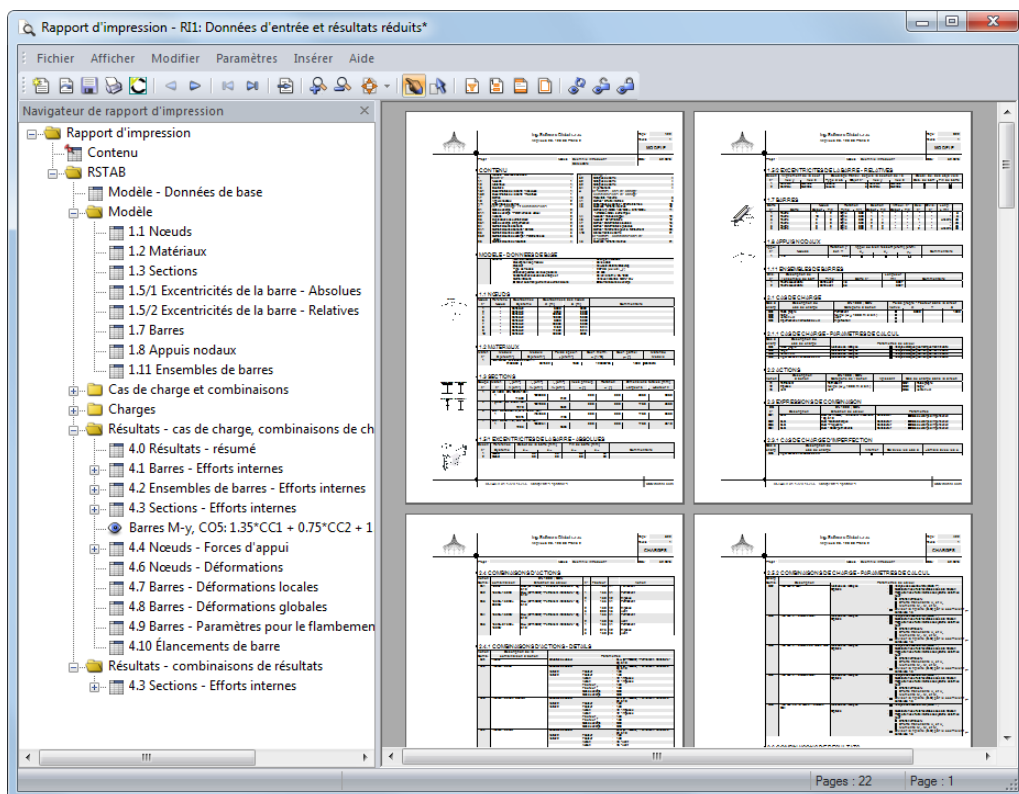


Figure 9.2 : Aperçu avant impression dans le rapport d'impression

9.2 Ajustement du rapport d'impression

Dans le rapport d'impression, il y a un navigateur qui liste les chapitres sélectionnés. En effectuant un clic droit sur l'entrée du navigateur, vous pouvez voir son contenu dans la fenêtre à droite.

Le contenu prédéfini peut être spécifié en détails. Vous ajustez la sortie des efforts internes. Dans le chapitre *Résultats - Combinaisons de résultats*, vous cliquez sur *Sélection...* dans le menu contextuel.

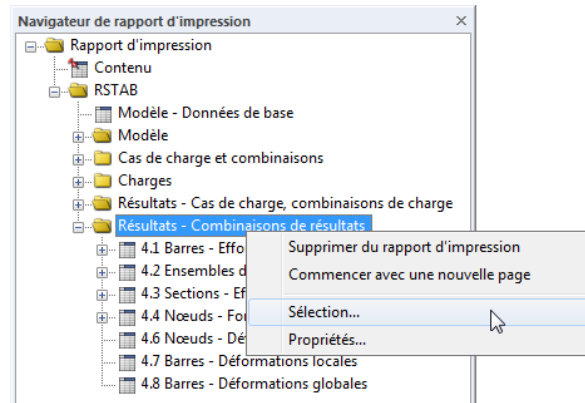


Figure 9.3 : Menu contextuel *Résultats - Combinaisons de résultats*

Dans la boîte de dialogue *Sélection du rapport d'impression*, vous vérifiez que la ligne *4.1 Barres - efforts internes* est cochée. Placez le curseur dans la cellule du tableau à droite. Le bouton [...] s'affiche qui nous permet d'ouvrir la boîte de dialogue *Détails - Efforts internes par barre*.

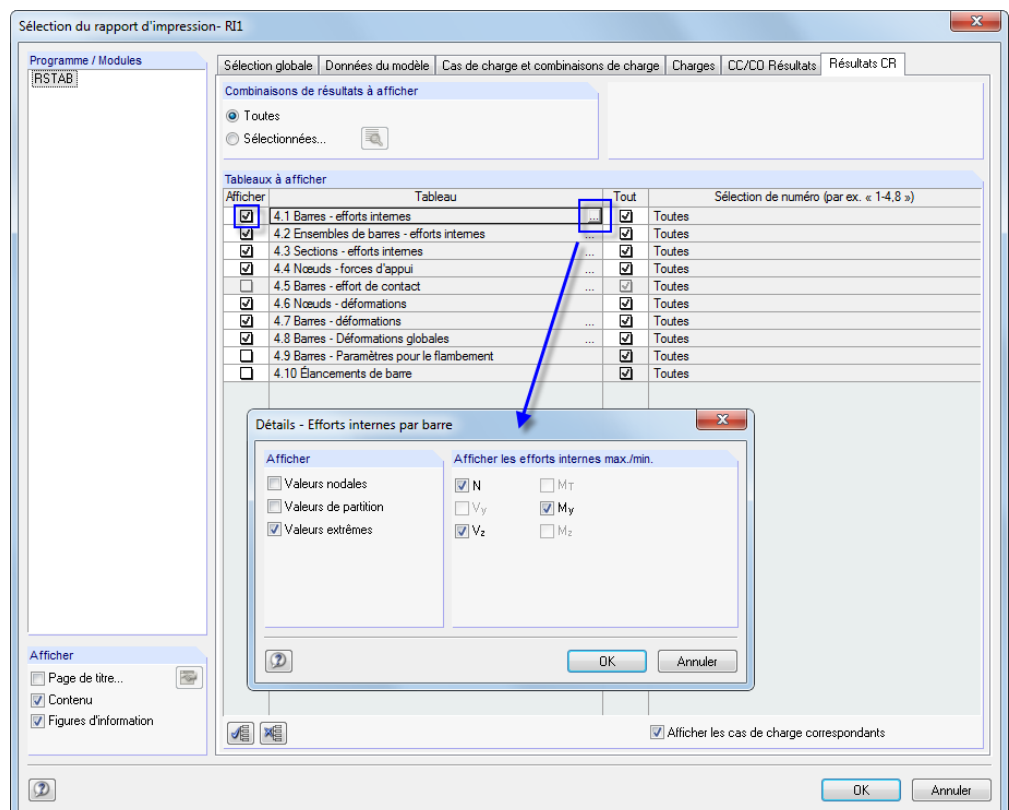


Figure 9.4 : Intégration des efforts internes de barre dans la *Sélection du rapport d'impression*

Vous vérifiez s'il n'y a que les **Valeurs extrêmes** des efforts internes activées pour le rapport d'impression.

Après avoir confirmé les boîtes de dialogue, RSTAB ajuste la sortie des efforts internes selon vos paramètres.

Rapport d'impression - RI1: Données d'entrée et résultats réduits*

Fichier Afficher Modifier Paramètres Insérer Aide

4.1 BARRES - EFFORTS INTERNES Combinaisons de résultats

Barre n°	CR	Nœud n°	Position x [m]	Forces [kN]		Moments M _y [kNm]	Cas de ch. corresp.
				N	V _z		
1	CR1	Max N	5.000	Max N	-25.02	-17.52	-50.29 CO 4
		Min N	0.000	Min N	-83.84	-46.74	0.00 CO 2
		Max V _z	0.000	Max V _z	-30.92	-2.57	0.00 CO 4
		Min V _z	0.000	Min V _z	-83.84	-46.74	0.00 CO 2
		Max M _y	0.000	Max M _y	-30.92	-2.57	0.00 CO 4
		Min M _y	5.000	Min M _y	-78.55	-45.51	-231.53 CO 2
2	CR1	Max N	2.289	Max N	-19.67	18.37	-26.04 CO 1
		Min N	0.000	Min N	-58.57	68.01	-194.73 CO 3
		Max V _z	0.000	Max V _z	-58.19	69.95	-214.09 CO 2
		Min V _z	2.289	Min V _z	20.44	15.12	-2.23 CO 4
		Max M _y	2.289	Max M _y	-20.44	15.12	-2.23 CO 4
		Min M _y	0.000	Min M _y	-58.19	69.95	-214.09 CO 2
3	CR1	Max N	7.638	Max N	-16.40	-1.72	42.45 CO 1
		Min N	0.000	Min N	-52.11	53.72	-59.55 CO 3
		Max V _z	0.000	Max V _z	-51.53	55.68	-74.41 CO 2
		Min V _z	7.638	Min V _z	-46.89	-6.89	120.43 CO 3
		Max M _y	6.874	Max M _y	-47.50	-0.78	123.36 CO 3
		Min M _y	0.000	Min M _y	-51.53	55.68	-74.41 CO 2
4	CR1	Max N	0.000	Max N	-16.42	1.56	42.45 CO 1
		Min N	7.638	Min N	-52.57	-57.91	-92.49 CO 3
		Max V _z	0.000	Max V _z	-46.35	4.42	120.94 CO 2
		Min V _z	7.638	Min V _z	-52.57	-57.91	-92.49 CO 3
		Max M _y	0.764	Max M _y	-46.94	-1.69	121.98 CO 2
		Min M _y	7.638	Min M _y	-52.57	-57.91	-92.49 CO 3
5	CR1	Max N	0.000	Max N	-19.70	-18.53	-27.25 CO 1
		Min N	2.289	Min N	-59.46	-72.05	-237.04 CO 3
		Max V _z	0.000	Max V _z	-19.70	-18.53	-27.25 CO 1
		Min V _z	2.289	Min V _z	-59.46	-72.05	-237.04 CO 3
		Max M _y	0.000	Max M _y	-19.70	-18.53	-27.25 CO 1
		Min M _y	2.289	Min M _y	-59.46	-72.05	-237.04 CO 3
6	CR1	Max N	5.000	Max N	-26.24	16.57	83.36 CO 1
		Min N	0.000	Min N	-85.95	54.30	0.00 CO 3
		Max V _z	0.000	Max V _z	-85.95	54.30	0.00 CO 3
		Min V _z	5.000	Min V _z	-26.24	16.57	83.36 CO 1
		Max M _y	5.000	Max M _y	-80.84	47.25	254.91 CO 3
		Min M _y	0.000	Min M _y	-37.08	27.62	0.00 CO 4

4.2 ENSEMBLES DE BARRES - EFFORTS INTERNES Combinaisons de résultats

Barre n°	CR	Nœud n°	Position x [m]	Forces [kN]		Moments M _y [kNm]	Cas de ch. corresp.
				N	V _z		
Barres continue n° 1:							
3	CR1	4	7.638	MAX N	-16.40	-1.72	42.45 CO 1

RÉSULTATS Pages : 25 Page : 23

Figure 9.5 : Valeurs extrêmes des efforts internes de barre dans le rapport d'impression

De la même façon, vous pouvez ajuster tous les chapitres restant pour l'impression.

Pour modifier la position d'un chapitre dans le rapport d'impression, vous le déplacez à la nouvelle position de navigateur à l'aide de la fonction Glisser-déplacer.

Si vous souhaitez supprimer un chapitre, vous utilisez le menu contextuel (voir la Figure 9.3) ou la touche [Suppr] du clavier.

9.3 Insertion des graphiques dans le rapport d'impression

La documentation sera illustrée par l'intégration des graphiques dans l'impression.

Impression du graphique des efforts internes

Vous fermez le rapport d'impression à l'aide du bouton [X]. La question *Voulez-vous enregistrer le rapport d'impression ?* est affichée. Vous confirmez avec [Oui] et retournez dans la fenêtre graphique.

Dans la fenêtre graphique, vous activez les *Résultats* et sélectionnez les moments M_y pour la **CO5**. Puis, vous mettez le graphique à la position appropriée.

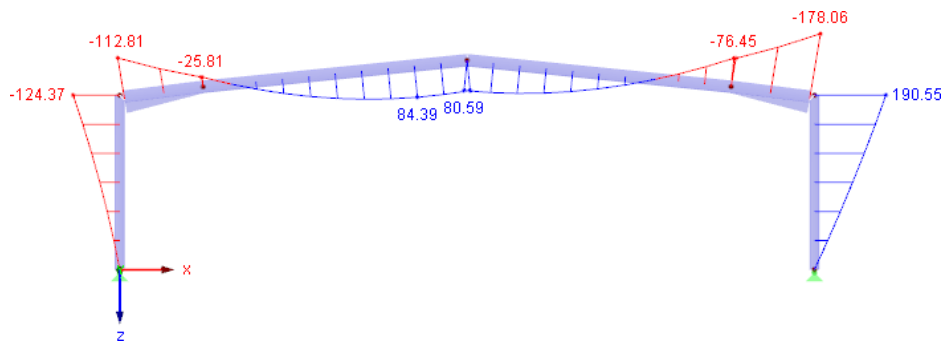


Figure 9.6 : Diagramme de moment de la CO5

Puis, vous transférez la représentation graphique dans le rapport d'impression.

Vous sélectionnez **Imprimer le graphique** dans le menu **Fichier** ou vous utilisez le bouton dans la barre d'outils figuré à gauche.

Vous définissez les paramètres d'impression suivants dans la boîte de dialogue *Imprimer le graphique*. Il n'est pas nécessaire de modifier les paramètres dans les autres onglets.

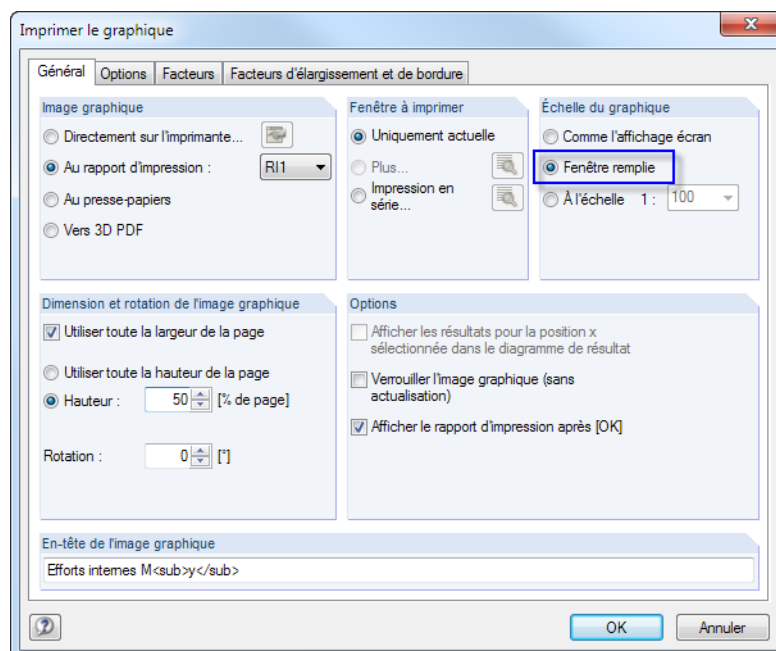


Figure 9.7 : Boîte de dialogue *Imprimer le graphique*

Vous cliquez sur [OK] pour imprimer le graphique des résultats dans le rapport d'impression.

Le graphique sera affiché à la fin du chapitre *Résultats - Cas de charge, combinaisons de charge*.

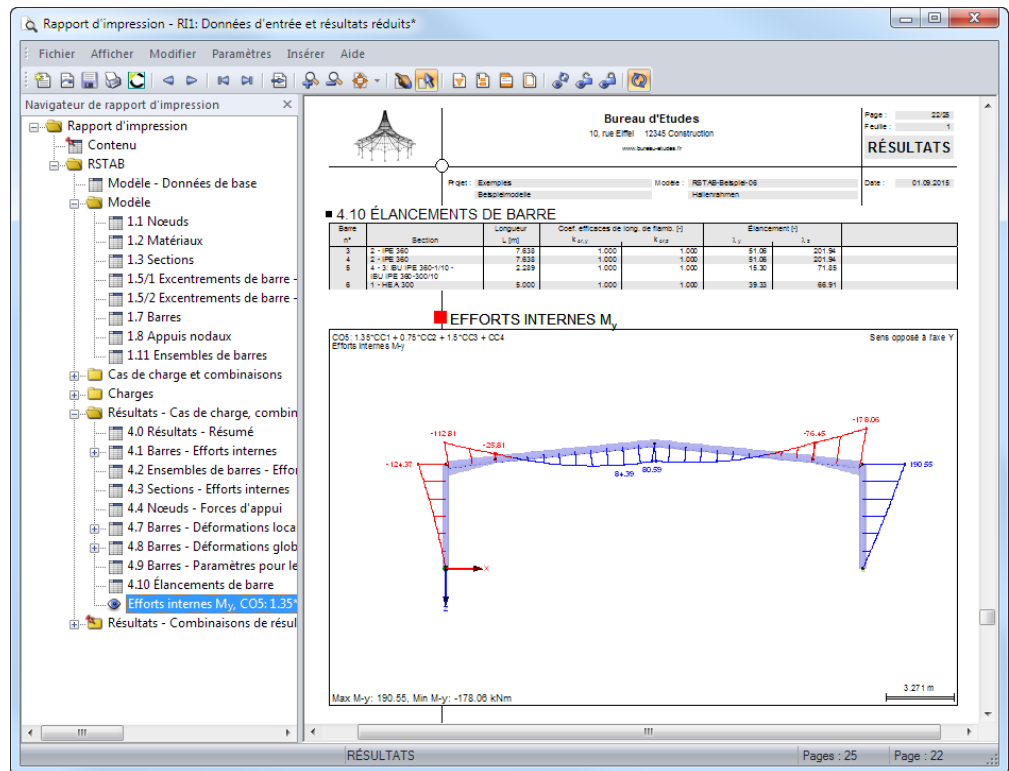


Figure 9.8 : Graphique du diagramme de moment dans le rapport d'impression

Impression du rapport d'impression



Quand le rapport d'impression est complètement prêt, vous pouvez l'envoyer à l'imprimante à l'aide du bouton [Imprimer].

Le périphérique d'impression en PDF intégré dans RSTAB rend possible la transformation des données en fichier PDF. Pour activer la fonction,

vous sélectionnez **Exporter à PDF** dans le menu **Fichier**.

Dans la boîte de dialogue de Windows *Enregistrer sous*, vous insérez le nom du fichier et l'endroit de stockage.

A l'aide du bouton [Enregistrer], vous créez un fichier PDF avec des signets qui facilitent la navigation dans le document numérique.

Enregistrer

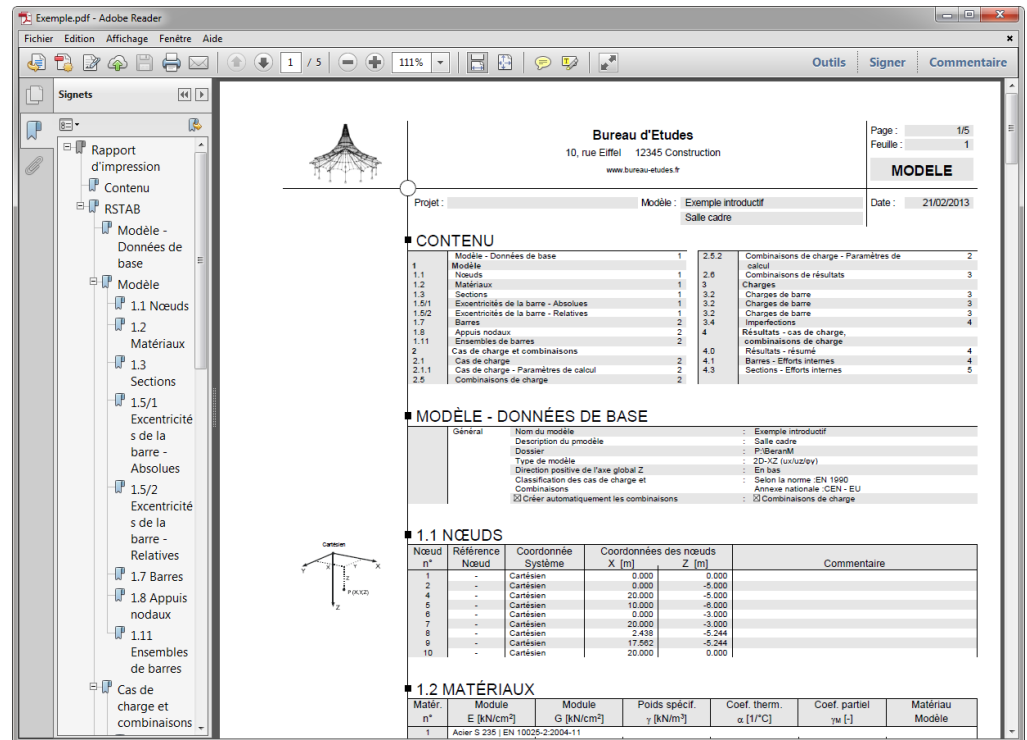


Figure 9.9 : Rapport d'impression comme un fichier PDF avec des signets

10. Perspective

Nous atteignons la fin de l'exemple introductif et espérons que cette courte introduction vous aide à démarrer le travail avec RSTAB et vous motive à découvrir plus sur les fonctionnalités du programme. Vous trouverez la description détaillée du logiciel dans le manuel RSTAB (en anglais) sur <https://www.dlubal.com/fr/telechargements-et-informations/documents/manuels>.

Si vous avez des questions, nous vous invitons à utiliser notre assistance gratuite par e-mail. Vous pouvez aussi regarder nos publications à l'adresse www.dlubal.com/blog/fr.



Cet exemple peut être calculé avec les modules additionnels, par exemple pour la vérification des structures en acier et en béton armé (STEEL, CONCRETE, RSBUCK). Ainsi, vous obtiendrez la connaissance approfondie de la fonctionnalité des modules additionnels. Puis, vous pouvez évaluer les résultats de vérification dans la fenêtre graphique de RSTAB.