

Tutoriel Portique en acier

Les informations fournies dans le présent document sont sujettes à modification sans préavis. Ce document ne peut être reproduit, stocké dans une base de données, conservé dans un système d'extraction de données ou publié, en partie ou en totalité, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit, à savoir électronique ou mécanique, par impression, par photocopie, sur microfilm ou par tout autre moyen et ce, sans l'accord écrit préalable de l'éditeur. SCIA ne pourra être tenu pour responsable des dommages directs ou indirects résultant d'imperfections dans la documentation et/ou le logiciel.

© Copyright 2017 SCIA nv. Tous droits réservés.

Contents

Information générale.....	4
Bienvenue	4
Support SCIA Engineer	5
Sites internet.....	5
Introduction	6
Premiers pas	7
Créer un projet.....	7
Gestionnaire de projets	9
Enregistrer, Enregistrer sous, Fermer et Ouvrir	9
Enregistrer un projet	9
Fermer un projet	9
Ouvrir un projet	9
Démarrer le gestionnaire de projets.....	9
Données géométriques	10
Introduction de la géométrie	10
Profils.....	10
Géométrie	12
Jarrets.....	21
Panneau de charge	24
Rotules.....	26
Appuis.....	28
Contrôle des données.....	31
Contrôle de la structure.....	31
Connecter des entités.....	32
Représentation graphique de la structure	35
Charges et combinaisons	39
Cas de charge et Groupes de charges	39
Définir un cas de charge permanent.....	39
Définir un cas de charge variable	39
Charges	41
Combinaisons.....	46
Calcul	48
Calcul linéaire	48
Résultats.....	49
Visualisation des résultats	49
Code check.....	53
Paramètres de flambement.....	54
Affichage des longueurs système	54
Configurer les paramètres de flambement.....	56
Contrôle Acier.....	59
Afficher l'élanement et les longueurs de flambement.....	59
Contrôle acier - ELU	61
Optimisation de la section d'acier	63
Assemblages acier.....	65
Activer la saisie d'assemblages	65
Afficher le modèle de structure	65
Introduire un assemblage acier	67
Contrôle de l'assemblage	71
Document	73
Note de calcul.....	73
Epilogue.....	78

Information générale

Bienvenue

Bienvenue sur le tutoriel Portique en acier de SCIA Engineer. SCIA Engineer est un logiciel d'analyse structurelles multi-matériaux ainsi qu'un logiciel de calcul pour tout type de structure. Son large champ d'application lui permet d'étudier de nombreux types de constructions allant des bâtiments à bureaux, à des bâtiments industriels, des ponts ou encore d'autres projets utilisant toujours le même environnement facile à utiliser.

Le programme traite le calcul des portiques 2D/3D, ainsi que la vérification des armatures. Outre les portiques, il est également possible de faire le dimensionnement de structures en plaques, y compris les calculs avancés pour le béton.

Le processus complet de calcul et de conception a été intégré dans un seul programme : saisie de la géométrie, saisie du modèle de calcul (charges, supports, ...), calcul linéaire et non linéaire, la sortie des résultats, vérification des éléments et optimisation selon différentes normes, génération de la note de calcul, ...

SCIA Engineer est disponible dans trois versions différentes :

Version Licence

La version de la licence de SCIA Engineer est sécurisée par un 'dongle', une clé avec un code, que vous connectez au port parallèle ou USB de votre ordinateur ou par une licence softwarematic sur votre réseau.

SCIA Engineer est modulaire et se compose de différents modules. L'utilisateur choisit parmi les modules disponibles et compose un programme de calcul personnalisé, parfaitement en accord avec ses besoins. Dans l'aperçu général des produits de SCIA Engineer vous trouverez une vue d'ensemble des divers modules ou éditions de modules disponibles.

Version démo

Si le programme ne trouve pas de licence, il peut être utilisé en mode lecture seule. Cela signifie que n'importe quel projet peut être ouvert, que les propriétés des entités peuvent être contrôlées, les résultats peuvent être consultés et le rapport peut être imprimé si le calcul de la structure a été effectué.

Toutefois, aucun changement du modèle ne sera possible, aucun calcul ne peut être effectué et aucune autre nouvelle donnée ne peut être entrée.

Version étudiante

La version étudiante offre les mêmes possibilités que la version de licence pour tous les modules. Cette version est également sécurisée par une protection softwarematic.

La version sortie contiendra une écriture « Version étudiante » en filigrane. Les projets qui sont enregistrés dans la version étudiante ne peuvent pas être ouverts dans la version de licence.

Support SCIA Engineer

Vous pouvez contacter le service support de SCIA Engineer.

Par e-mail

Envoyez un email à support@scia.be avec une description du problème le fichier *.esa concerné et mentionnez le numéro de la version que vous êtes en train d'utiliser.

Par téléphone

Pour consulter les différents numéros de téléphone, visitez notre page

<https://www.scia.net/en/contact/offices>

Via the SCIA Customer Portal website

<http://www.scia.net/en/portal>

Sites internet

Lien vers les Tutoriaux

<https://www.scia.net/en/support/downloads/scia-engineer-manuals-tutorials>

Lien vers le eLearning

<http://elearning.scia.net/>

Lien vers la rubrique d'aide

<http://help.scia.net/>

Introduction

Ce tutoriel décrit les fonctions de base de SCIA Engineer, les données, l'analyse et le calcul d'un portique en acier en 3D.

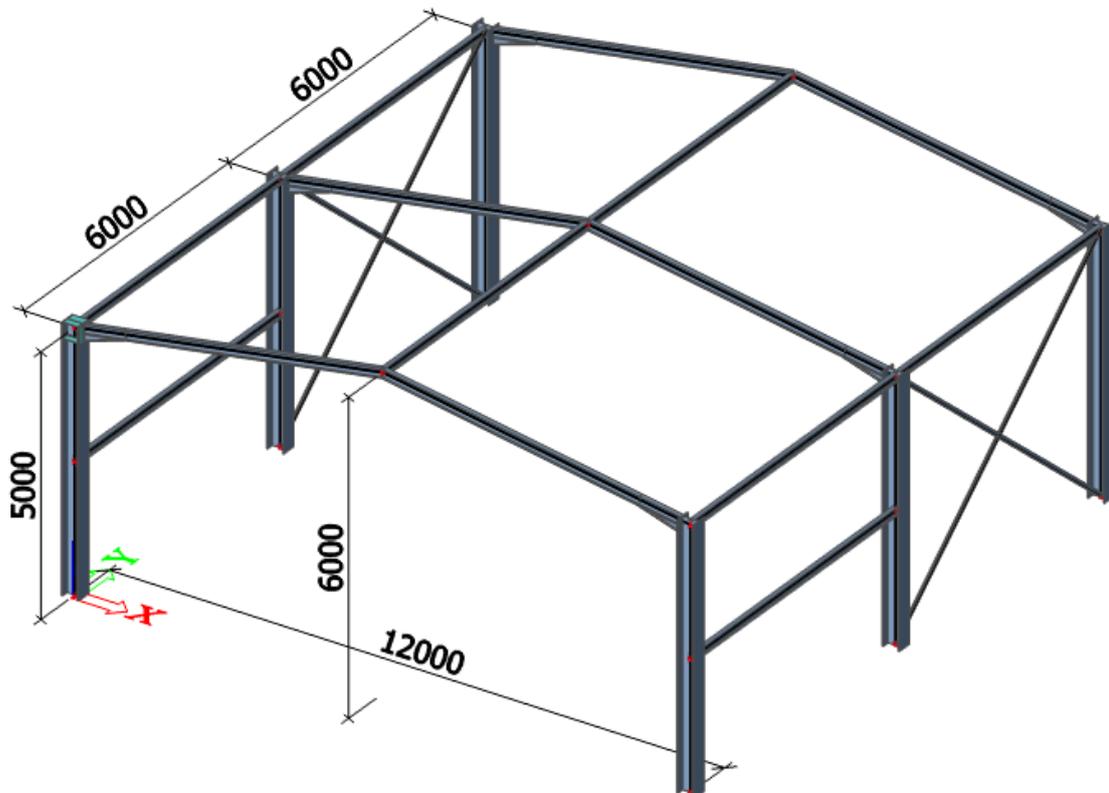
Avant d'aller plus loin, vous devez savoir utiliser votre système d'exploitation : par exemple travailler avec des dialogues, des barres de menu, des barres d'outils, des barres de statut, utiliser la souris, etc.

Nous allons d'abord expliquer comment créer un nouveau projet et comment modéliser la structure. Après avoir introduit la géométrie et les charges, la structure sera calculée et les résultats peuvent être affichés.

Nous discuterons par la suite l'introduction des paramètres de flambement et nous exécuterons le contrôle acier, l'optimisation de section et nous calculerons un assemblage.

Le tutoriel se termine avec une introduction brève à la note de calcul.

La figure ci-dessous montre le modèle de calcul de la structure à dimensionner :



Premiers pas

Créer un projet

Démarrer le programme

Avant de pouvoir commencer un projet, vous devez tout d'abord démarrer le programme.

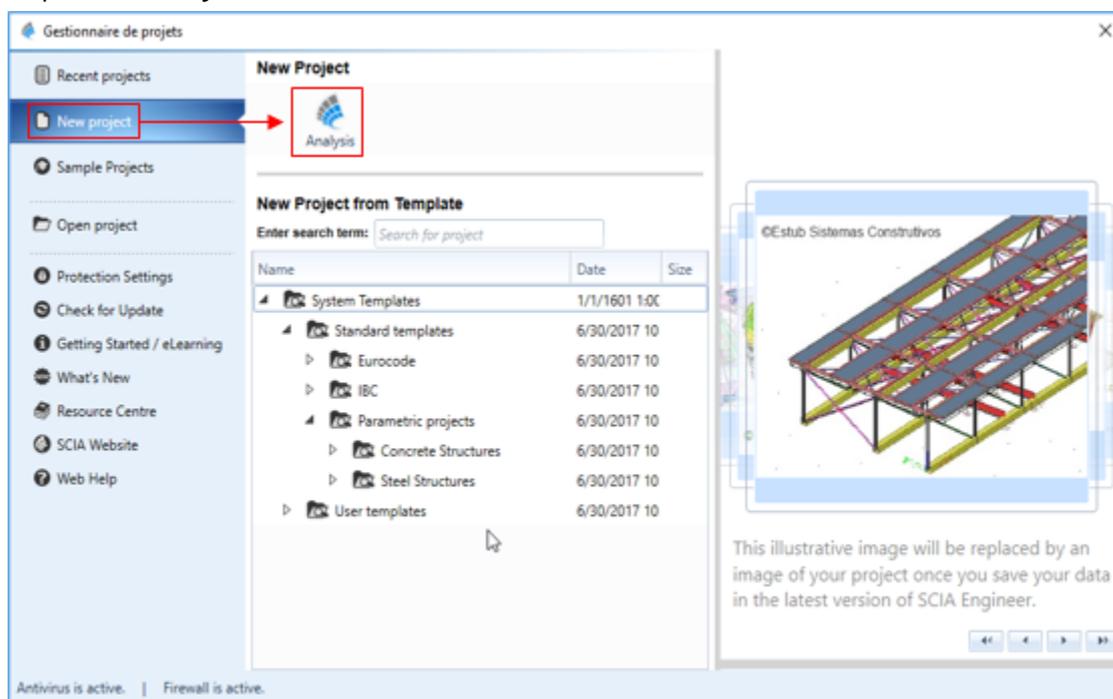
1. Double-cliquez sur les raccourcis SCIA Engineer qui se trouve sur le bureau de Windows, OU
2. Si le raccourci n'est pas installé, cliquez sur **[Démarrer]** et choisissez **Programmes > SCIA Engineer 17.01 > SCIA Engineer 17.01**.

Si le programme ne trouve aucune protection, vous obtiendrez un dialogue indiquant que la protection n'a pas été trouvée. Vous pouvez dès lors modifier les paramètres de protection et sélectionner la protection appropriée, ou lancer le programme en mode lecture seule.

Pour ce Tutoriel, vous devez démarrer un nouveau projet.

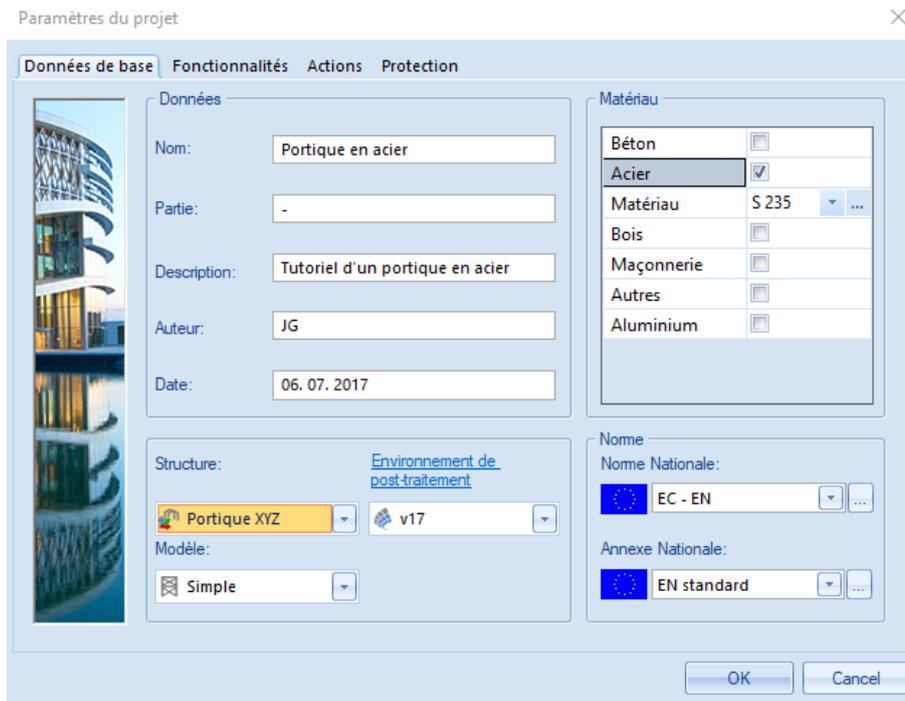
Démarrer un nouveau projet

1. Lorsque la fenêtre **Gestionnaire de projets** apparaît, cliquez sur **New project** et double cliquez sur **Analysis**.

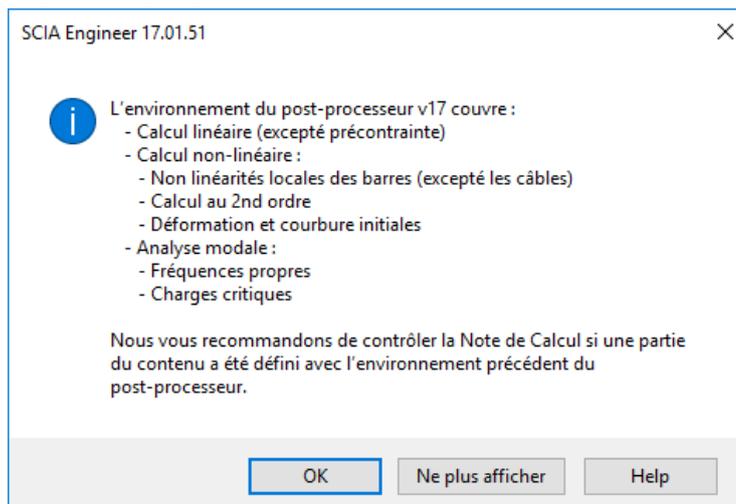


2. Vous pouvez aussi démarrer un nouveau projet grâce à l'icône  dans la barre d'outils ou utiliser le raccourci à l'aide des touches **Ctrl+N**.

Maintenant, la fenêtre **Paramètres du projet** est ouverte. Ici vous pouvez entrer les données générales du projet.



3. Dans le groupe **Données**, entrez vos données. Celles-ci peuvent être affichées dans la sortie, par exemple dans le document et sur les dessins.
4. Choisissez la **Structure : Portique XYZ** (pour limiter les données possibles à des éléments en 1D dans un plan 2D uniquement) et **Modèle : Simple**.
5. Dans le groupe **Matériau**, cochez la case **Acier**.
Sous **Acier**, un nouvel objet **Matériau** va apparaître.
Choisissez **S235** dans le menu.
6. Dans le cadre Norme sélectionner la norme nationale EC-EN et l'annexe nationale EN standard.
7. Confirmez vos données avec le bouton **[OK]**
8. Une fenêtre apparaît, elle vous explique les nouveautés de l'environnement de la version v17, cliquez sur **[OK]**.



Remarque :

*Dans l'onglet **Fonctionnalités**, vous choisissez les options que vous désirez. Les fonctionnalités non sélectionnées seront purgées des menus afin de simplifier le programme. Nous n'avons pas besoin de fonctionnalités additionnelles pour ce tutoriel.*

Gestionnaire de projets

Enregistrer, Enregistrer sous, Fermer et Ouvrir

Avant d'entrer dans la construction, regardons comment enregistrer un projet, comment ouvrir un projet existant et comment fermer un projet. Lorsqu'un projet est en cours, il peut être enregistré à tout moment. Vous pouvez dès lors quitter le programme à tout moment et reprendre votre projet là où vous l'avez arrêté.

Enregistrer un projet

Cliquez sur  dans la barre d'outils ou faites **Ctrl+S**.

Si le projet n'a pas encore été enregistré, la boîte de dialogue **Enregistrer sous** apparaît. Cliquez sur la flèche dans la case **Save in** pour choisir le dossier dans lequel vous souhaitez enregistrer votre projet. Sélectionnez le dossier dans lequel vous désirez mettre le projet et cliquez sur **[Open]**. Entrez le nom du fichier dans **File name** et cliquez sur **[Save]** pour enregistrer le projet.

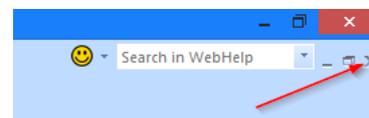
Si vous sélectionnez **Fichier > Enregistrer sous** dans le menu principal, vous pouvez entrer un nouveau/autre disque, dossier et nom pour le projet.

Remarque :

*La fonction de sauvegarde automatique crée un fichier de sauvegarde automatique toutes les 15 minutes par défaut. Ces sauvegardes automatiques peuvent être trouvées dans le dossier c:\Users*username*\Documents\ESA16.0\Autosave*

Fermer un projet

Pour fermer un projet, choisissez **Fichier > Fermer** dans le menu principal ou cliquez sur le bouton X dans le coin en haut à droite de l'application.



Une fenêtre de dialogue apparaît demandant une confirmation de votre action. En fonction de votre choix, le projet est enregistré et la fenêtre de dialogue active est fermée.

Ouvrir un projet

Cliquez sur  pour ouvrir un projet existant.

Une liste de projets apparaît. Sélectionner le projet de votre choix et cliquez sur **[OK]** (ou double-cliquez sur le projet de votre choix pour l'ouvrir).

Démarrer le gestionnaire de projets

Cliquez sur  pour ouvrir le gestionnaire de projets. Vous trouvez les projets récemment fermés ainsi que des exemples de projets.

Données géométriques

Introduction de la géométrie

Si vous démarrez un nouveau projet, la géométrie de la structure doit être introduite. La structure peut être introduite directement mais vous pouvez également utiliser des modèles avec blocs paramétriques, des fichiers DXF, des fichiers DWG et d'autres formats.

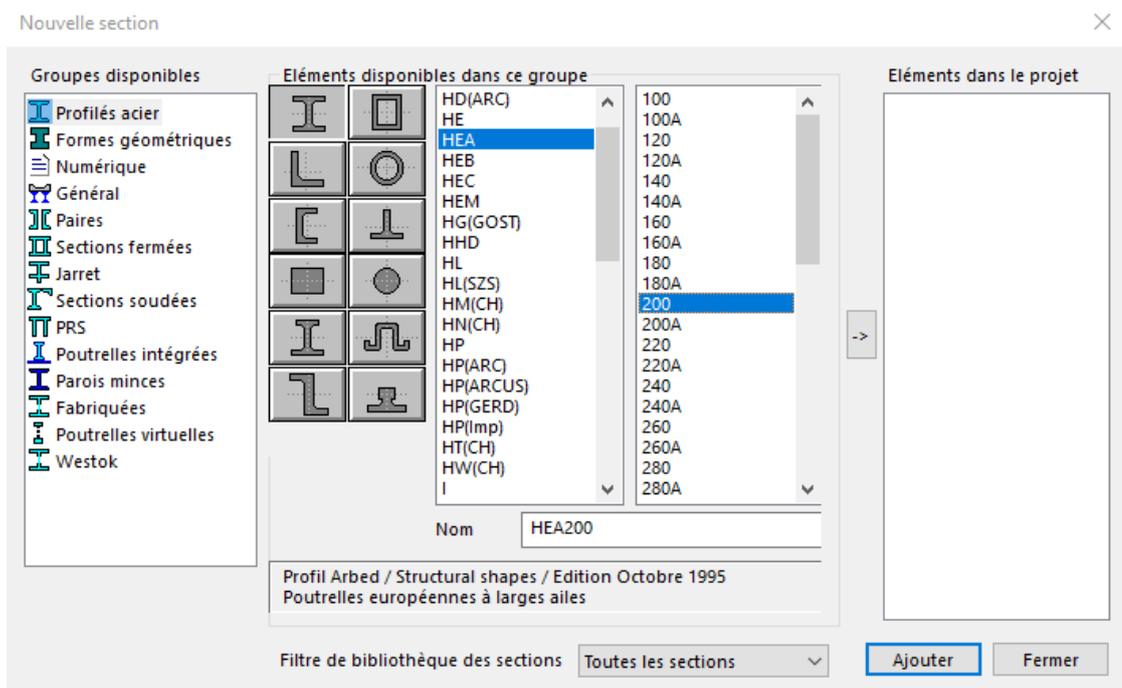
Profils

Lorsque vous introduisez un ou plusieurs éléments de structure 1D, un type de profil est immédiatement assigné à chaque élément. Par défaut, le type de profil actif est représenté. Vous pouvez ouvrir la bibliothèque de profil pour activer un autre type de profil. Si vous voulez ajouter une partie de structure avant qu'un type de profil n'ait été défini, la bibliothèque de profil s'ouvrira automatiquement.

Ajouter un profil

1. Cliquez sur l'icône **Sections**  dans la barre d'outils.

La fenêtre **Sections** s'ouvre. Si aucun profil n'a encore été entré dans le projet, la fenêtre **Nouvelle section** s'ouvre automatiquement.

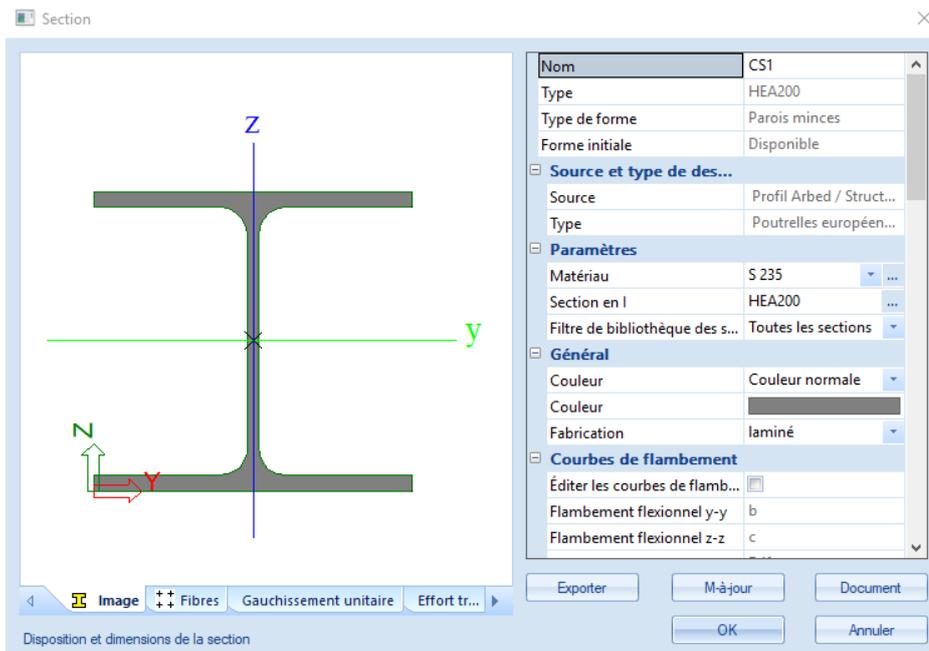


2. Cliquez sur **Profilés acier** dans le cadre à gauche **Groupes disponibles**.

3. Dans les **Eléments disponibles dans ce groupe**, choisissez un profilé en I . Choisissez un profilé **HEA 200** de la liste.

4. Cliquez sur **[Ajouter]** ou  pour ajouter le profil au projet.

5. La fenêtre **Sections** apparaît.

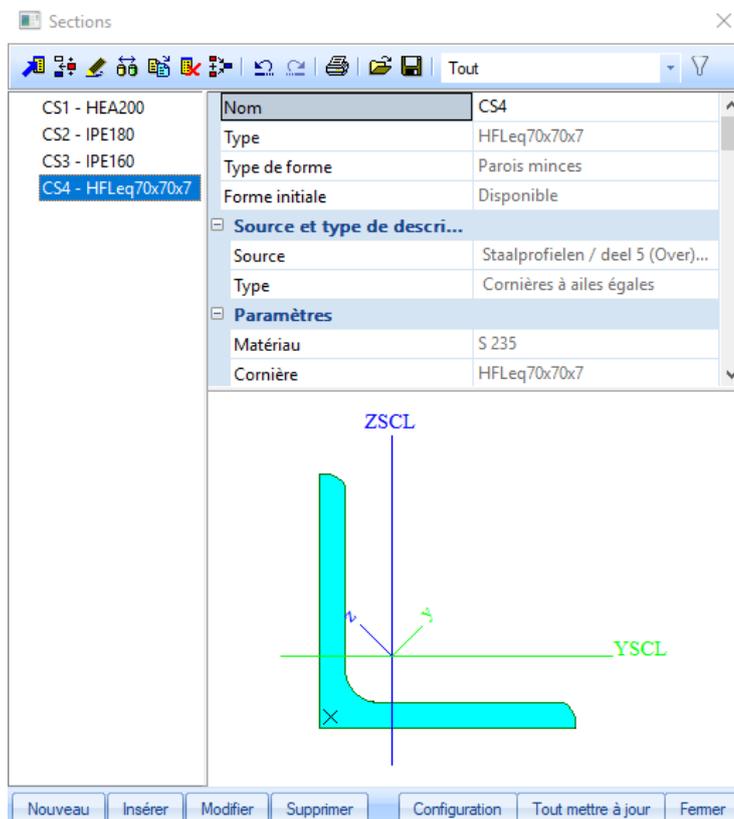


6. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer, le profil est ajouté aux éléments du projet. Ajoutez un **IPE 180** et un **IPE 160** de la même façon.

7. Dans les **Éléments disponibles dans ce groupe**, choisissez les profilés en L. Choisissez un **HFLeq 70x70x7** de la liste.

8. Cliquez sur **[Ajouter]** ou  pour ajouter le profil au projet. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer, le profil est ajouté aux éléments du projet.

9. Cliquez sur **[Fermer]** dans la fenêtre **Nouvelle section**, la fenêtre **Sections** réapparaît.

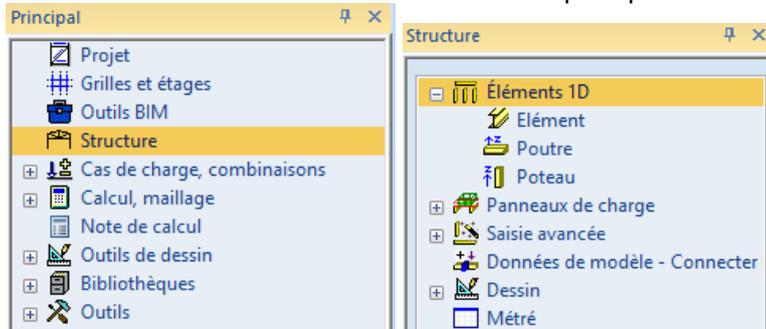


10. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer la fenêtre **Sections** et revenir à la vue de base.

Géométrie

Menu Structure

1. Lorsqu'un nouveau projet est créé, l'arborescence à gauche est automatiquement ouverte sur le côté gauche. Si vous désirez ajouter/modifier la structure vous devez double-cliquer sur **Structure** dans l'arborescence dans la fenêtre principale.



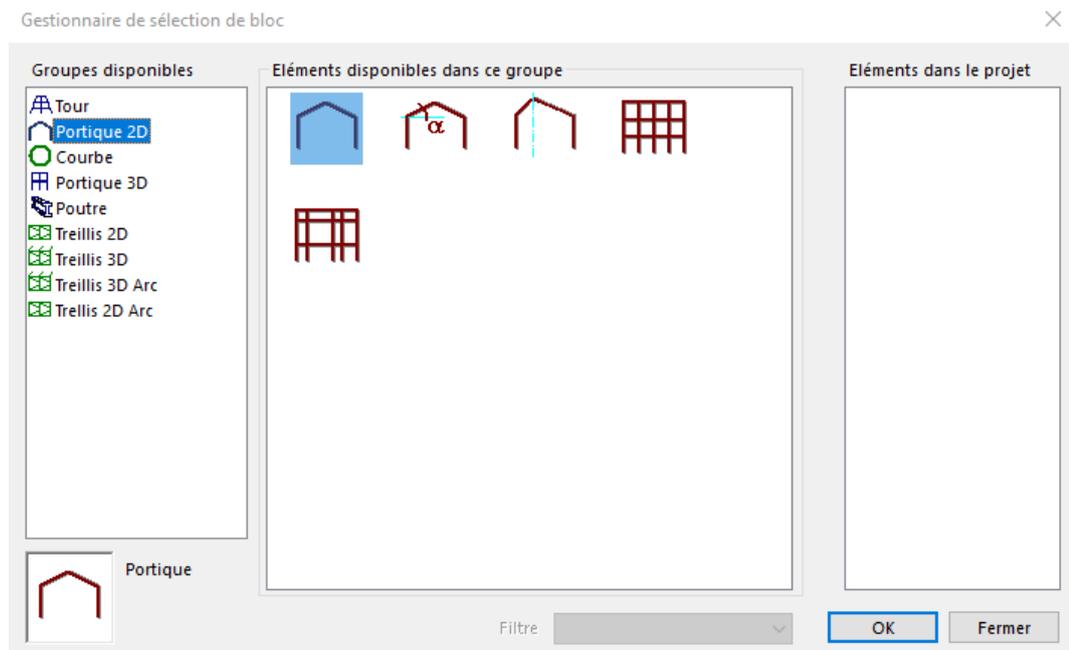
2. Dans le **Menu structure**, vous pouvez choisir différents éléments de structure pour introduire la structure.

Afin de définir la structure, vous devez commencer par introduire le premier portique. Ce portique sera ensuite copié et des croix de contreventement et les barres horizontales seront rajoutées.

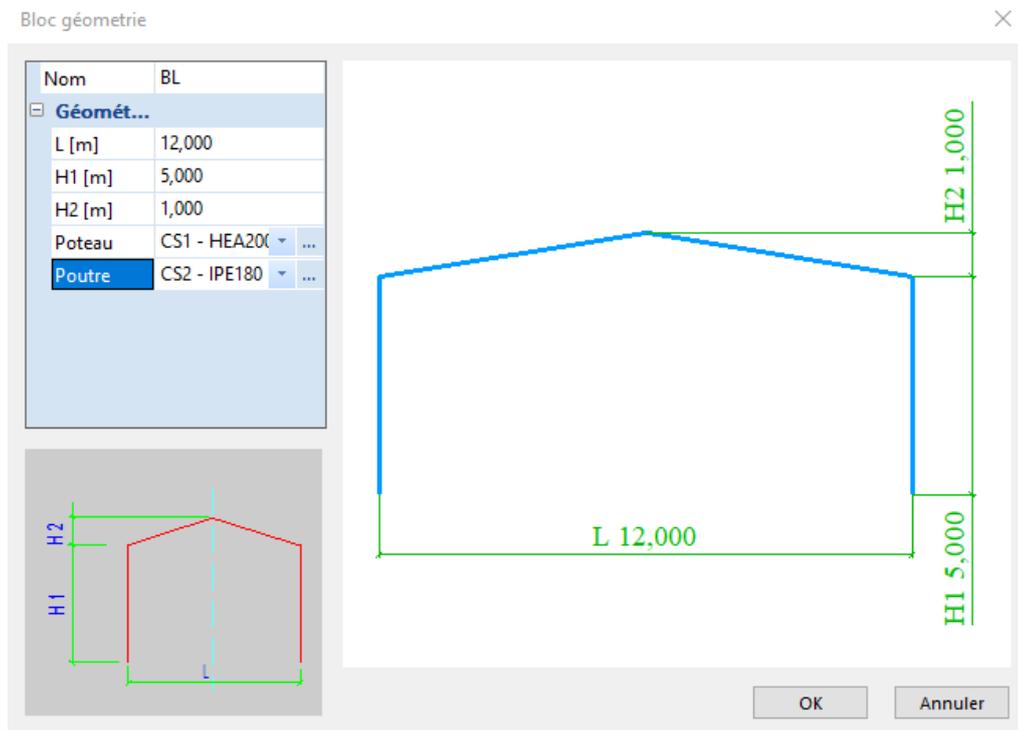
Pour introduire le portique, vous pouvez utiliser des poteaux et des barres. SCIA Engineer met à disposition plusieurs Blocs catalogues, permettant d'introduire la structure plus simplement et plus rapidement.

Introduire un portique en utilisant le Bloc Catalogue

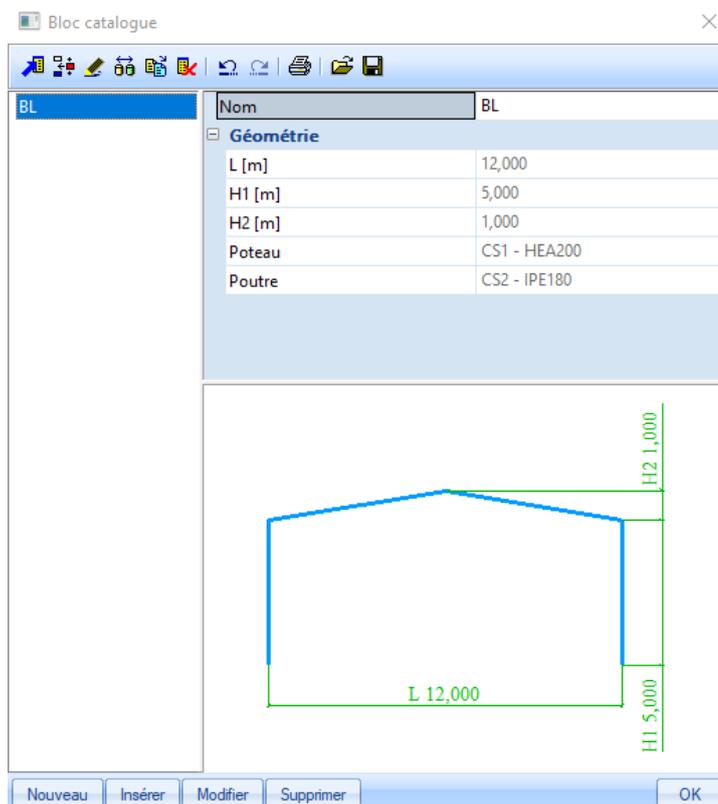
1. Pour introduire un nouveau portique, utilisez l'option **Saisie avancée > Bloc catalogue** dans le **Menu structure**. Le **Gestionnaire de sélection de bloc** est ouvert.



2. Dans le groupe **Groupes disponibles**, choisissez **Portique 2D**.
3. Dans les **Éléments disponibles dans ce groupe**, vous pouvez choisir le premier portique. 
4. Confirmez votre choix avec **[OK]**. La fenêtre **Bloc géométrie** va apparaître.



- Maintenant, introduisez les dimensions du portique : **L = 12 m**, **H1 = 5 m** and **H2 = 1 m**
- Dans la liste déroulante, choisissez un **HEA 200** pour le **Poteau** et un **IPE 180** pour la **Poutre**.
- Confirmez votre choix avec **[OK]**. Le **Gestionnaire de bloc catalogue** apparaît.



- Cliquez sur **[Fermer]** pour retourner dans le projet. Le portique est désormais représenté graphiquement par un trait bleu.

- Le portique est positionné avec le poteau de gauche à l'origine du système de coordonnées. Pour ce faire, tapez les coordonnées **0;0** dans la **Ligne de commande** et appuyez sur **<Entrer>** pour confirmer votre saisie.



- Finissez la saisie par la touche **<ESC>**.

Remarque :

*Les propriétés des éléments sélectionnés sont montrées et peuvent être modifiées dans la **Fenêtre des propriétés**.*

*Si aucune section n'a été définie dans le projet, la fenêtre **Nouvelle section** apparaîtra automatiquement dès que vous essaierez d'introduire un élément de structure (poteau, poutre...).*

*Avec **Zoom Tout**  dans la barre d'outils, vous pouvez visualiser toute la structure.*

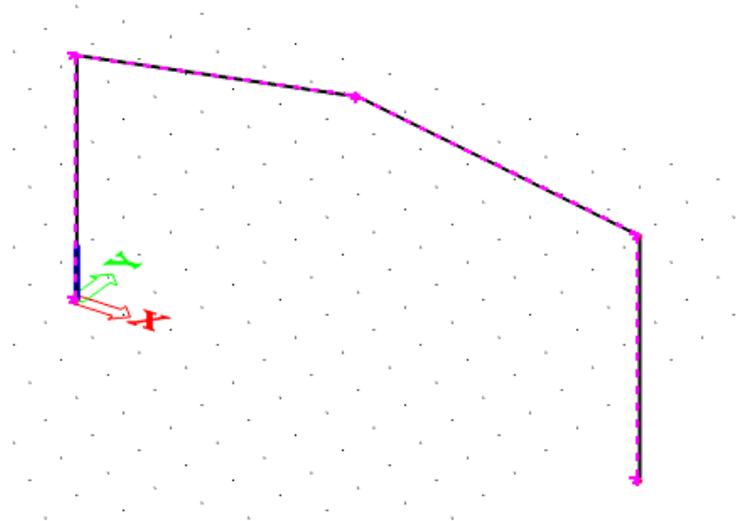
*L'utilisation de **,** ou **;** pour séparer les coordonnées dépend des configurations de Windows.*

Après l'introduction du premier portique, celui-ci peut être copié pour obtenir le hall complet. Comme vous avez besoin de deux copies, vous pouvez utiliser l'option de **Copie multiple** .

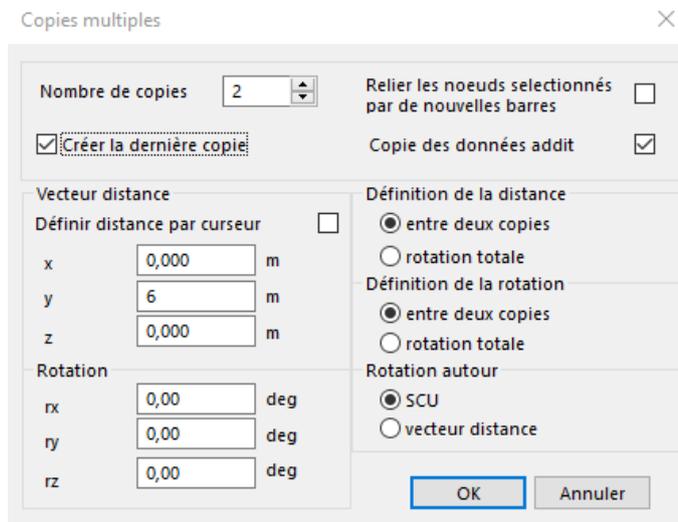
Créer des copies multiples

- Commencez par sélectionner les entités à copier. Comme vous devez copier toutes les barres, vous pouvez utiliser l'icône **Sélectionner Tout** .

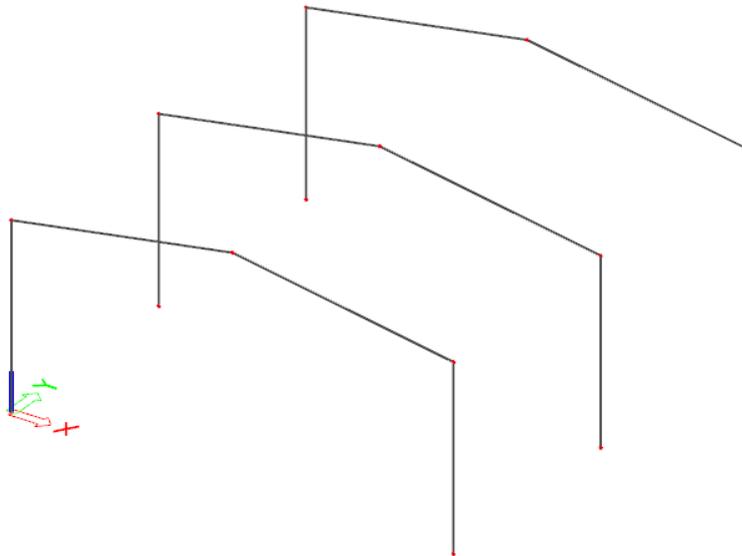
De cette manière, toutes les barres et tous les nœuds sont sélectionnés ; ceux-ci sont représentés en violet.



- Maintenant, vous pouvez utiliser l'option de **Copie multiple**  (**Modifier > Copie multiple**).



3. Dans le champ **Nombre de copies**, introduisez **2**.
4. Afin de configurer manuellement la distance entre les portiques, désactivez l'option **Définir la distance par le curseur**. Vous pouvez maintenant introduire la distance de **6m** dans la direction Y.
5. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer votre saisie. Le portique est copié.
6. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la sélection.

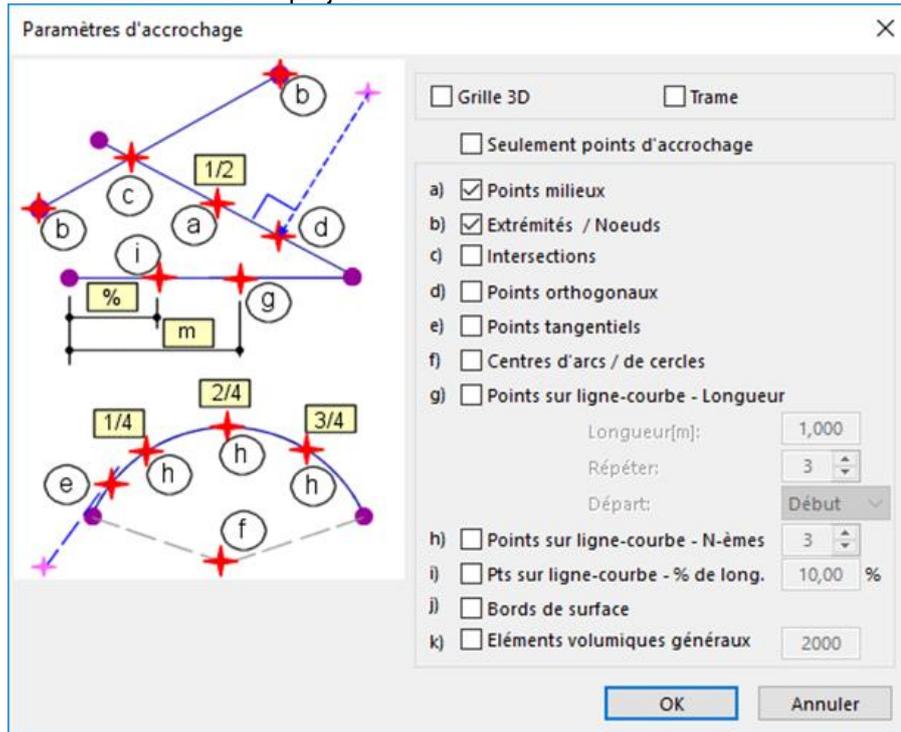


Après que les portiques aient été introduits, les barres de liaison peuvent être dessinées. Les nœuds de début de fin des barres sont déjà connus, il s'agit des nœuds des extrémités des barres déjà introduites. Vous n'avez donc pas besoin d'introduire les barres en utilisant les coordonnées ; au lieu de cela, vous pouvez utiliser les **paramètres d'accrochage**.

Paramètres d'accrochage

1. Cliquez sur l'icône Paramètres d'accrochage  dans la ligne de commande ou cliquez sur le bouton **Accrochage** dans le coin en bas à droite de l'écran. La fenêtre des paramètres d'accrochage est ouverte.

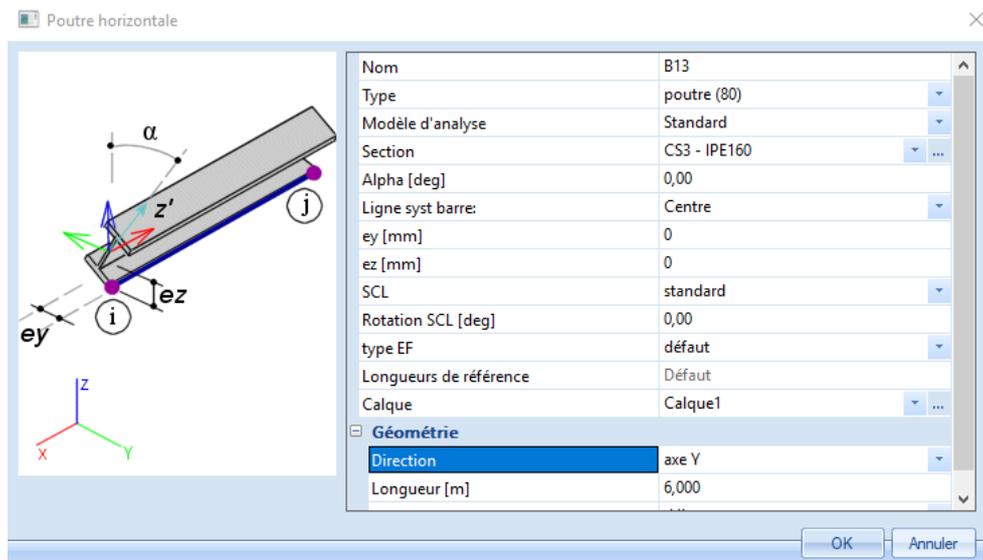
- Activez les options **a) Points milieu** et **b) Extrémités/Nœuds** pour désigner l'emplacement des éléments dans ce projet.



- Cliquez sur **[OK]** pour confirmer. Vous pouvez maintenant introduire les barres.

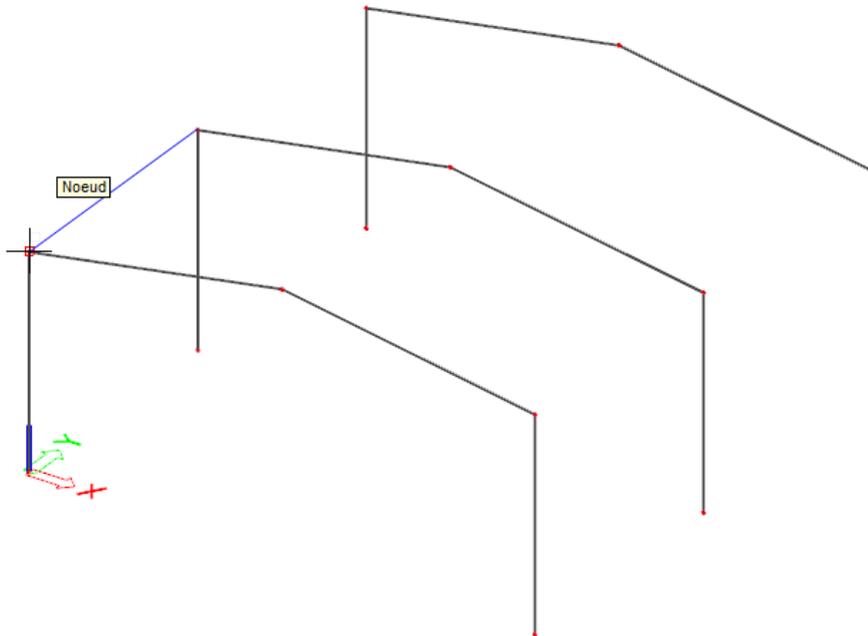
Introduire une poutre

- Pour introduire une nouvelle barre, vous pouvez utiliser l'option **poutre** qui se trouve dans le **Menu structure**.
- Dans le champ **Profil**, choisissez la troisième section, **CS3 - IPE160**.

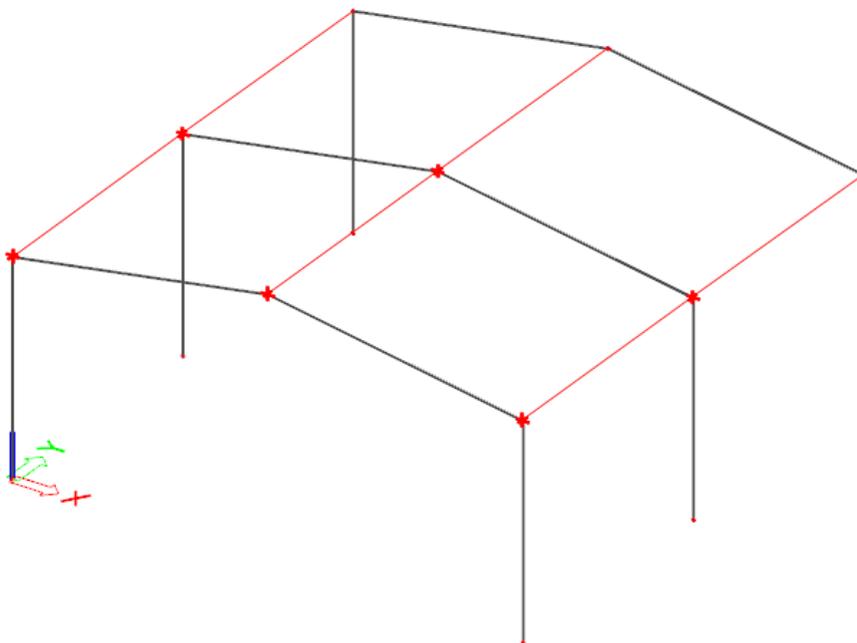


- Comme la structure de type **Portique XYZ** a deux directions horizontales (c.à.d. X et Y), vous devez indiquer la direction horizontale correcte de la poutre dans le champ **Direction**. Choisissez l'**Axe Y**.
- La longueur de la poutre est de **6m**.
- Le point d'insertion est par défaut mis sur **Début**, ce qui veut dire que c'est le point gauche qui détermine le début de la poutre.

6. Confirmez votre saisie par **[OK]**.
7. Vous pouvez maintenant introduire la poutre en cliquant avec votre souris sur le nœud en haut du poteau à gauche sur le premier portique.



8. De la même manière, introduisez les autres poutres du toit toujours en cliquant sur le nœud en haut du poteau.



9. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
10. Appuyez sur **<ESC>** une autre fois pour finir la sélection.

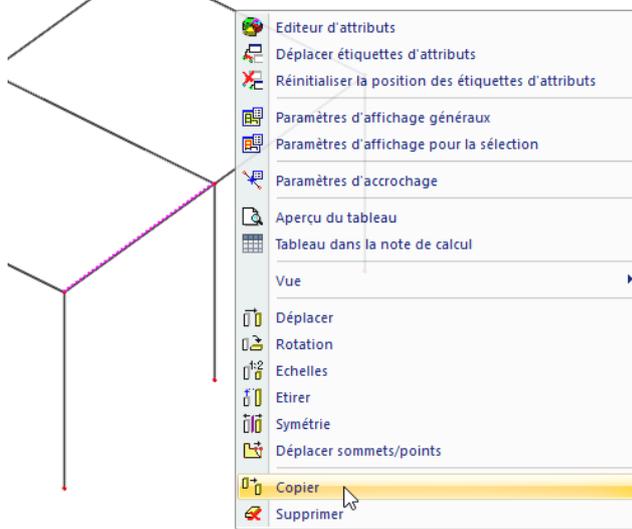
Remarque :

L'option de **Copie multiple** permet aussi d'introduire automatiquement les poutres de liaison des portiques.

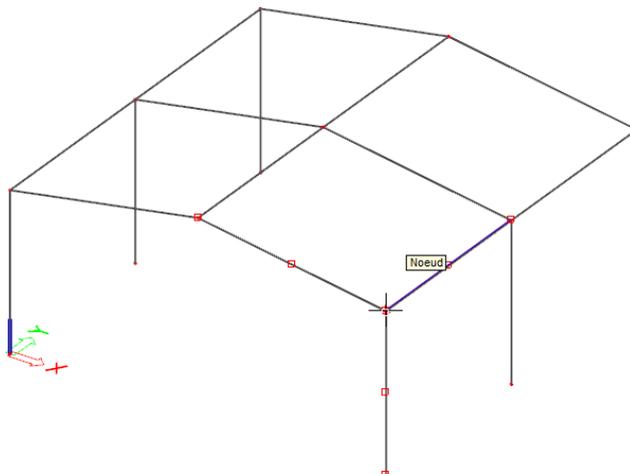
Entre le premier et le deuxième portique, il y a deux autres poutres horizontales. Pour introduire ces poutres, vous pouvez utiliser l'option **Poutre**. SCIA Engineer permet aussi de copier ces éléments manuellement.

Copier des entités

1. Indiquez d'abord l'entité à copier. Comme il s'agit d'une poutre horizontale, vous pouvez sélectionner une des poutres introduites avec le bouton gauche de la souris. La couleur violette indique que la poutre est sélectionnée. Les propriétés de la poutre sont affichées dans la **Fenêtre des propriétés**.
2. Cliquez avec le bouton droit de la souris quelque part dans l'environnement de travail. Le menu qui apparaît liste les possibilités disponibles pour l'entité sélectionnée :

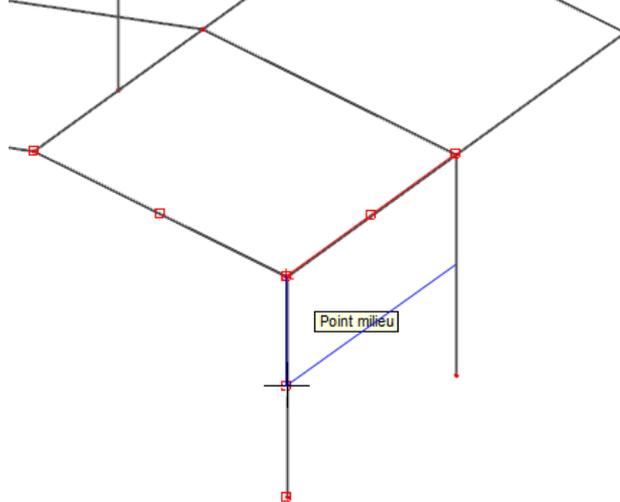


3. Dans ce menu, choisissez l'option **Copier**.
Remarque : Contrairement aux point 2 et 3 vous pouvez utiliser le raccourci CTRL+C.
4. Le programme demande le **Premier point** de la copie. Cliquez avec le bouton gauche de la souris sur le nœud de début de la barre sélectionnée.



5. Vous devez maintenant introduire le **Deuxième point**, c'est à dire la position où le point de départ doit être copié. Comme les nouvelles barres commencent au milieu des poteaux, le

point milieu de l'un des poteaux du premier portique est sélectionné.



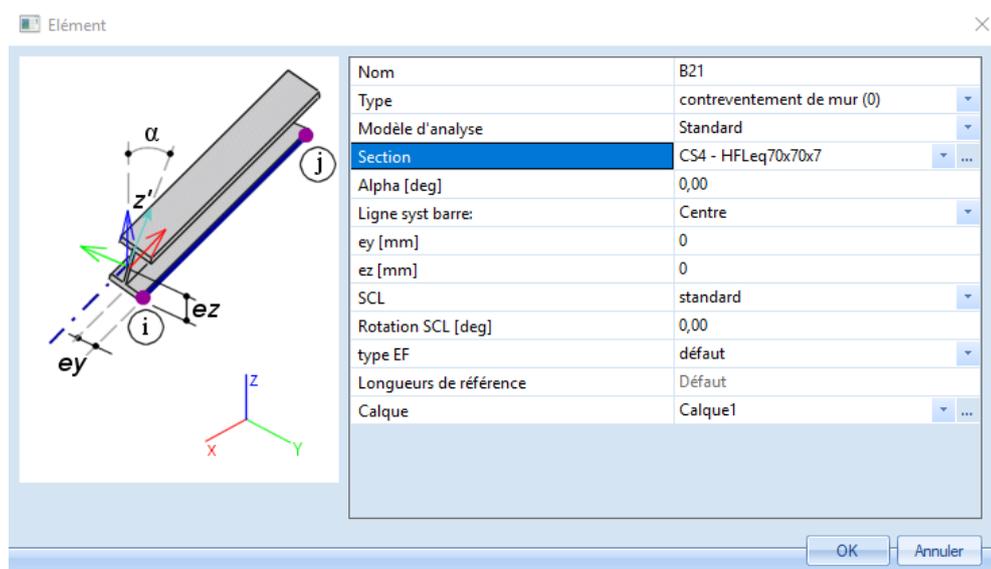
Etant donné que l'option Points Milieux était déjà activée dans les **Paramètres d'accrochage**, vous pouvez simplement choisir le point milieu du poteau.

6. Lorsque la première poutre est copiée, la commande reste active de telle sorte que vous puissiez aussi choisir le point milieu du deuxième poteau du premier portique pour introduire une poutre horizontale sur cette position.
7. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
8. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.

Après avoir introduit les poutres horizontales, vous pouvez introduire les contreventements. Les contreventements ne sont ni des poteaux ni des poutres horizontales ; vous devez donc utiliser la commande **Elément** dans le **Menu structure**.

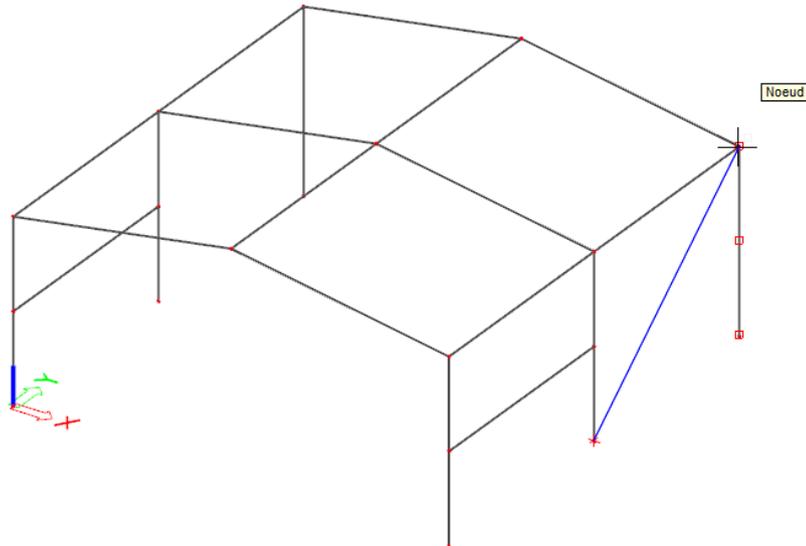
Introduire des contreventements

1. Pour introduire un nouvel contreventement, utilisez l'option **Elément** dans le **Menu Structure**.



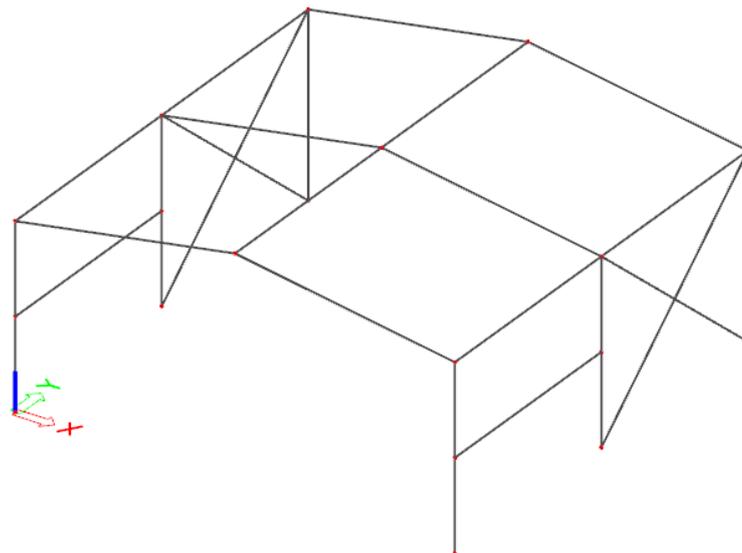
2. Dans le champ **Type**, choisissez **Contreventement de mur (0)**. Ce type est seulement considéré pour le modèle de STRUCTURE et n'influence pas le modèle de calcul et les résultats.

3. Dans le champ **Profil**, choisissez la quatrième section, **HFLeq 70x70x7**. Il est à noter qu'aucune longueur ou direction n'est demandé cette fois-ci car vous allez définir la géométrie par après.
4. Confirmez votre saisie par **[OK]**.
5. Les contreventements peuvent maintenant être introduits entre le deuxième et le troisième portique. Pour cela, cliquez toujours sur les nœuds début et fin des poteaux.



6. Répétez la sélection jusqu'à ce que tous les contreventements soient placés.
7. Appuyez sur **<ESC>** pour terminer la saisie.
8. Appuyez sur **<ESC>** une seconde fois pour terminer la sélection.

La structure est complètement définie. Vous pouvez maintenant finir la géométrie, introduisez des jarrets, des rotules et des appuis.



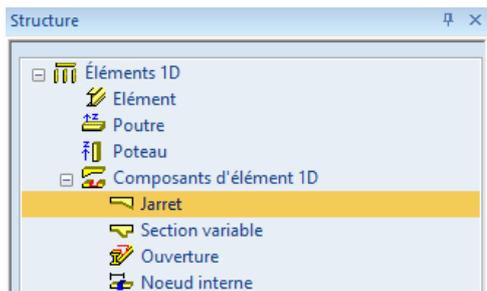
Jarrets

Dans SCIA Engineer chaque élément introduit est prismatique avec une section transversal constant jusqu'à ce qu'un jarret soit introduit. Les jarrets sont introduits sur les poutres de toiture, sur les positions de connexion avec les poteaux. Un jarret est défini par les paramètres suivants :

- Une section à hauteur variable
- Une longueur, selon laquelle la hauteur variable doit varier jusqu'à 0

Introduire des jarrets

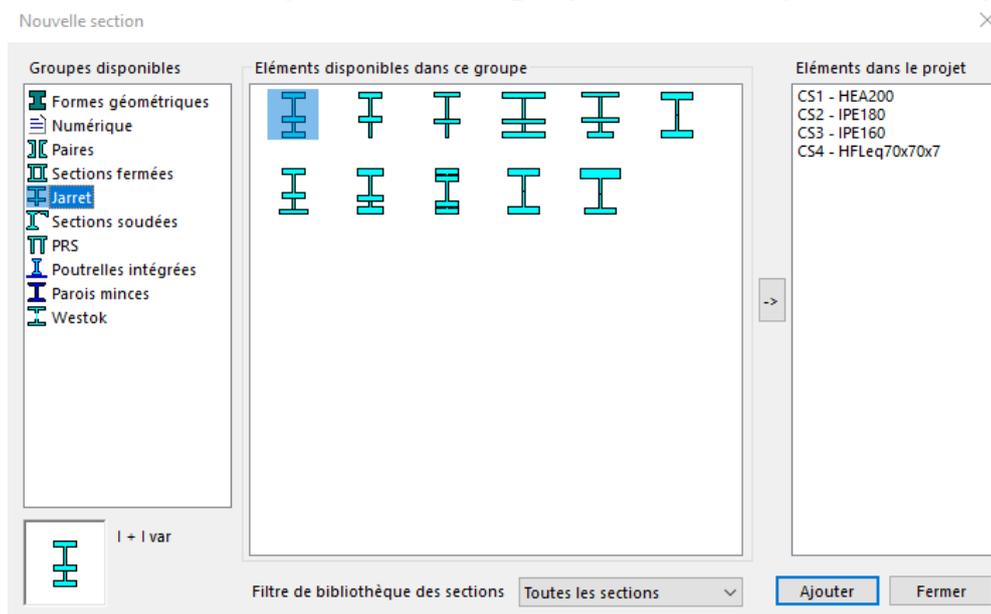
1. Pour introduire un nouveau jarret, utilisez l'option **Élément 1D > Composants d'élément 1D > Jarret** dans le **Menu structure**.



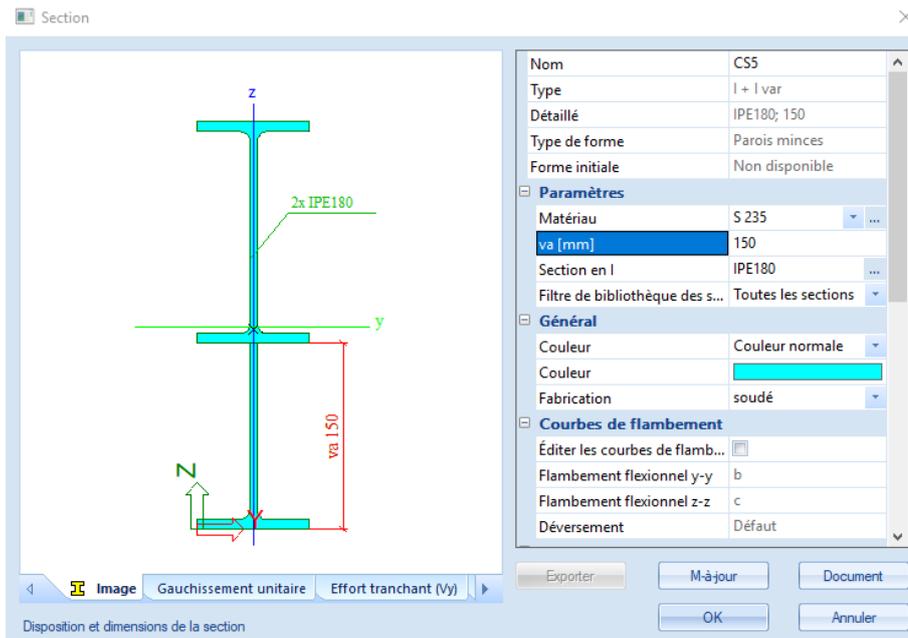
2. Comme indiqué, un jarret requiert un profil variable. Puisque ce projet ne contient pas encore de profils variables, la fenêtre **Nouvelle section** apparaît automatiquement.

3. Sélectionnez les **Groupes disponibles** dans le groupe **Jarret**.

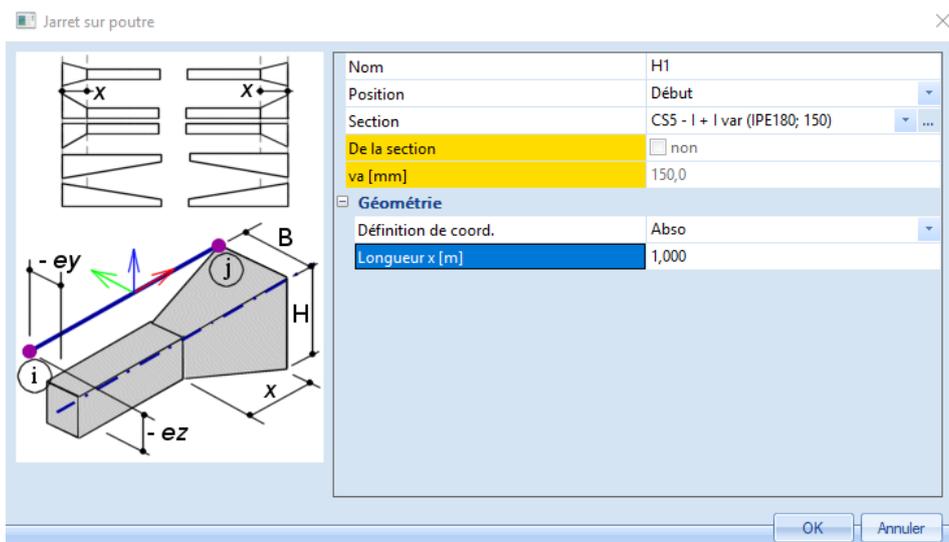
4. Dans les **Éléments disponibles dans ce groupe**, choisissez un profilé **I + I var - profilé** 



5. Cliquez sur **[Ajouter]** ou sur  pour ajouter le profilé au projet. La fenêtre **Sections** apparaît ; ici, les propriétés de la section variable peuvent être modifiées.

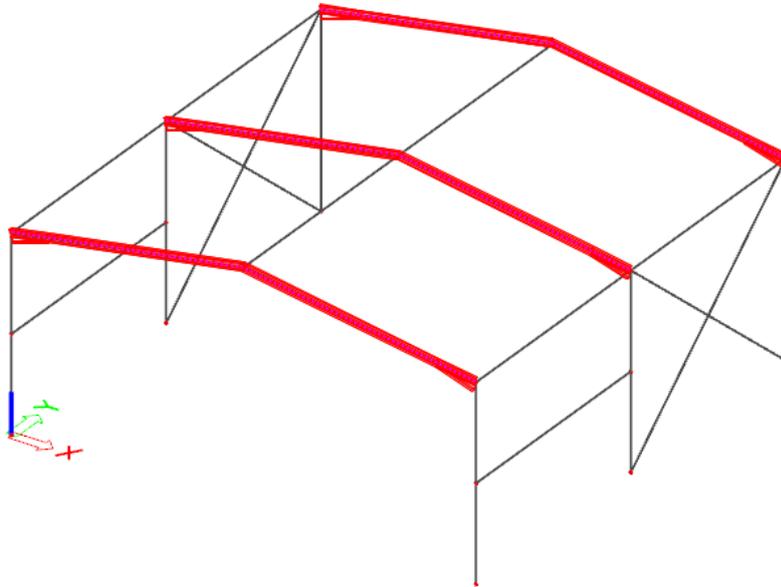


6. Dans le champ **Section**, changez la section en **IPE 180** en cliquant sur le bouton  derrière le type de section.
7. Lorsque la section I correcte est choisie, la hauteur variable **va (mm)** est prise égale à **150mm**.
8. Confirmez votre saisie avec **[OK]** puis utilisez le bouton **[Close]** pour fermer la fenêtre **Section**.
9. La fenêtre **Nouvelle section** réapparaît ; cliquez sur **[Fermer]** pour fermer cette fenêtre.
10. La fenêtre **Jarret sur poutre** s'ouvre.



11. Dans le champ **Position**, choisissez **Début** pour mettre le jarret sur le nœud de début de l'élément.
12. Dans le champ **Définition de coord.**, choisissez l'option **Abso** pour indiquer que la longueur, suivant laquelle la hauteur doit varier, peut être introduite en unités absolues, en mètres par exemple.

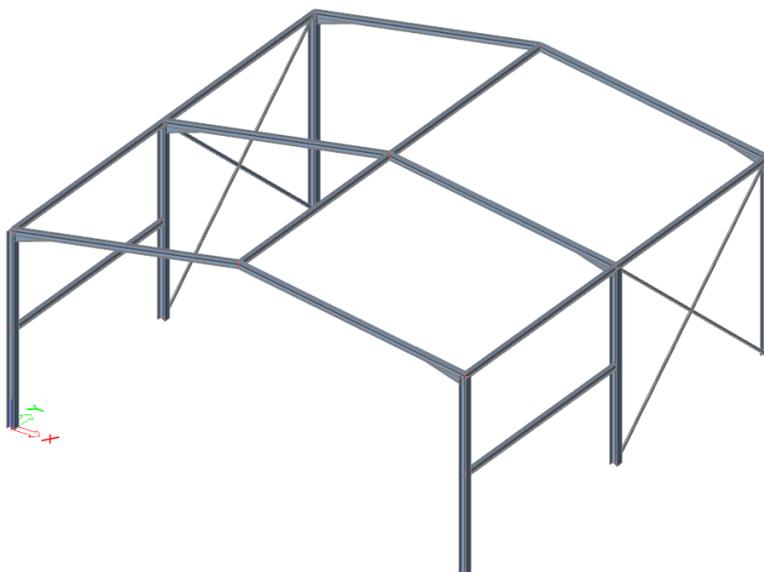
13. Lorsque la Définition des Coordonnées est adaptée, la longueur du jarret peut être introduite dans le champ **Longueur x [m]**. Pour ce projet, introduisez la longueur de **1m**.
14. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
15. Le programme vous demande maintenant d'indiquer les éléments sur lesquels un jarret doit être introduit. Sélectionnez les 6 poutres de toiture avec le bouton gauche de la souris.



1. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
2. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.

Afin de visualiser cette situation, vous devez cliquer sur les boutons suivants dans la ligne de commande :

- **Montrer/cacher surfaces**  pour montrer les surfaces des sections.
- **Rendu de la géométrie**  pour obtenir un rendu des éléments.



Remarque :

Un jarret remplace la section d'origine. Pour ce projet, cela veut dire que le profilé des poutres de toiture est remplacé par le profilé I + I var. Si le jarret est supprimé, le profilé I + I var sera maintenu à la place de la section I du profilé de toiture.

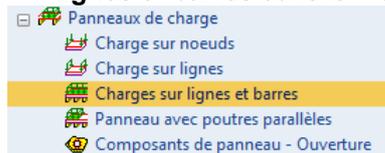
Panneau de charge

Grâce à SCIA Engineer, nous pouvons simuler la présence de tôles de toiture afin de permettre l'application de charges surfaciques sur celles-ci. Nous allons que la modélisation de ces panneaux dépend de certains paramètres :

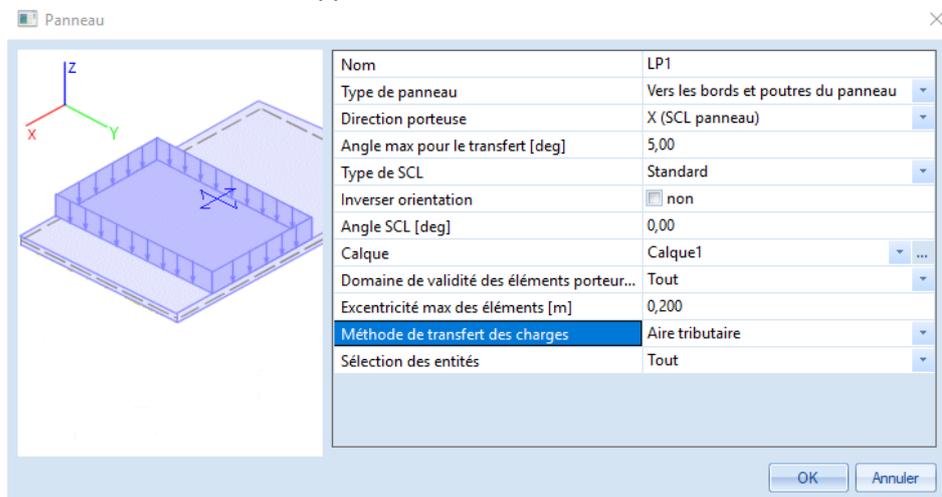
- La direction porteuse
- La méthode de transfert

Introduire un panneau de charge

1. Pour ajouter un panneau de charge, utilisez l'option **Panneau de charge > Charges sur lignes et barres** dans le menu **Structure**.



2. La fenêtre **Panneau** apparaît :

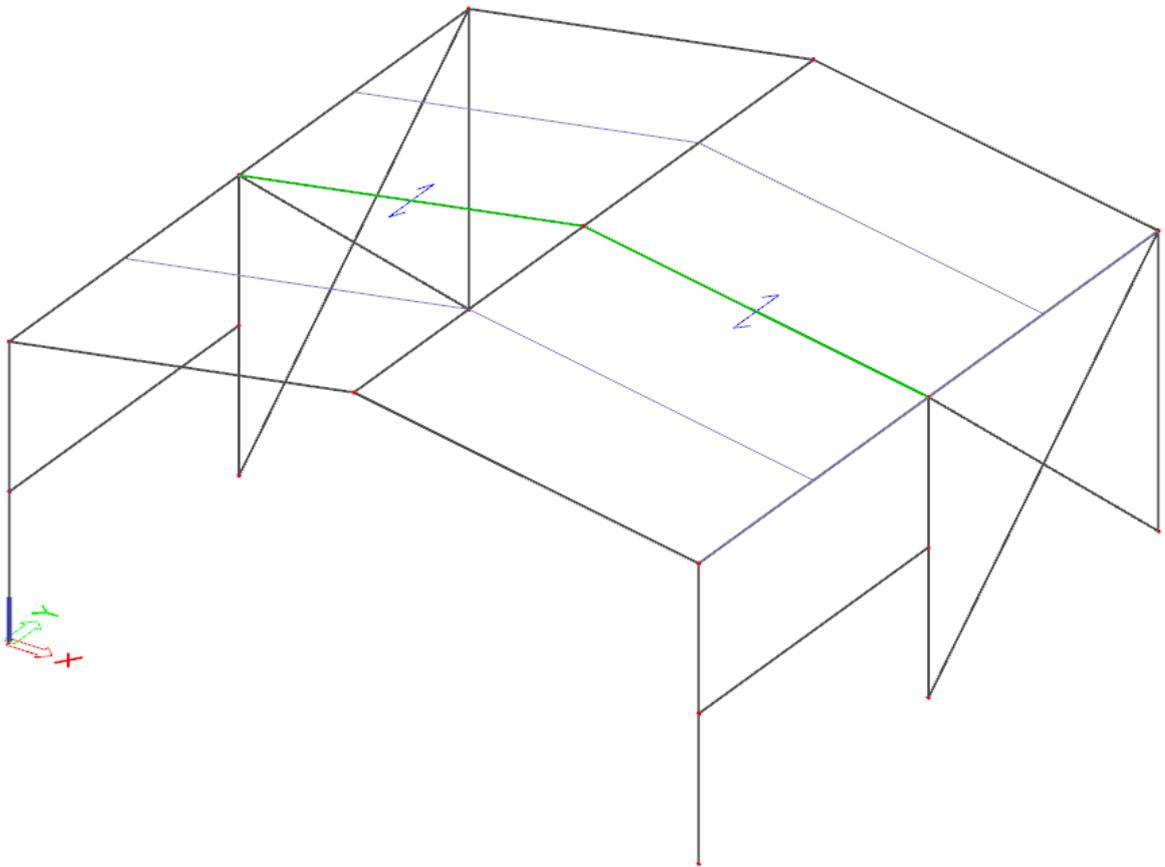
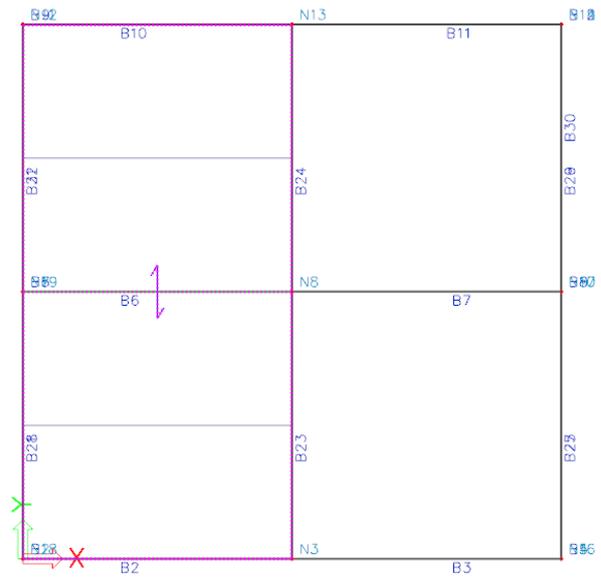


3. Configurer la **Direction porteuse** selon les **X (SCL panneau)** pour expliquer au logiciel quel est le sens de portée des tôles de toiture.
4. Configurez la **Méthode de transfert des charges** en **Aire tributaire**.
5. Confirmez vos entrées avec **[OK]**.
6. Cliquez consécutivement sur les nœuds N2, N3, N13 et N12 pour définir la surface de modélisation des tôles de toiture. Appuyer sur **<ESC>** et le rectangle va se fermer tout seul (le dernier nœud N12 est automatiquement relié au premier nœud N2). Appuyer à nouveau sur **<ESC>** pour terminer votre saisie.

Les lignes apparaissant entre les poutres B2 et B6 symbolisent la répartition des charges que vont reprendre les poutres B2 et B6. (Pour activer les étiquettes des nœuds et des barres, veuillez voir plus loin dans le tutoriel, §Connecter des entités – Activer les étiquettes)

7. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la sélection.

8. Exécutez la même opération sur l'autre plan du toit.



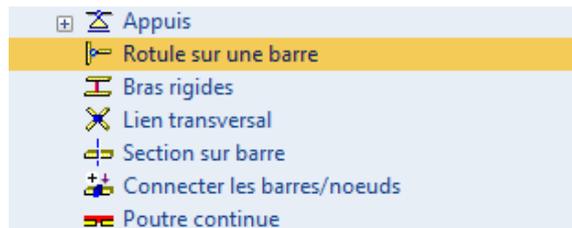
Rotules

Le type de structure choisi étant un portique XYZ, les éléments de structure sont connectés entre eux de manière rigide.

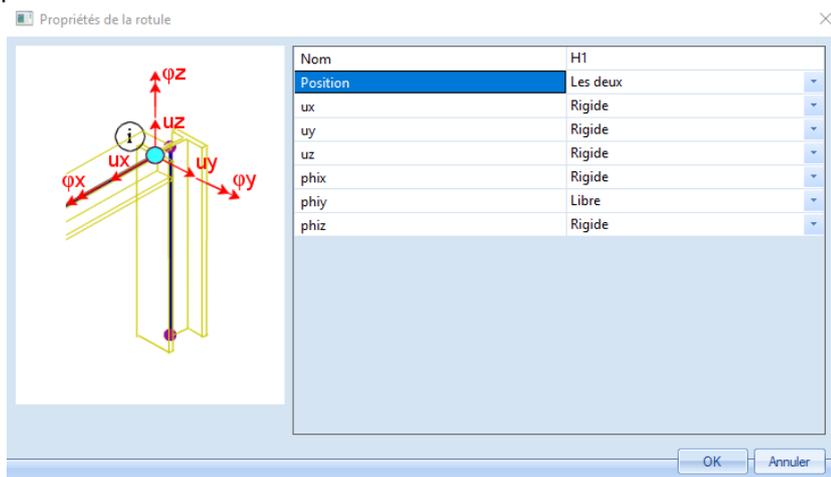
Dans ce projet, les diagonales sont connectées avec les autres éléments de manière articulée. Vous devez donc introduire les rotules manuellement.

Introduire des rotules

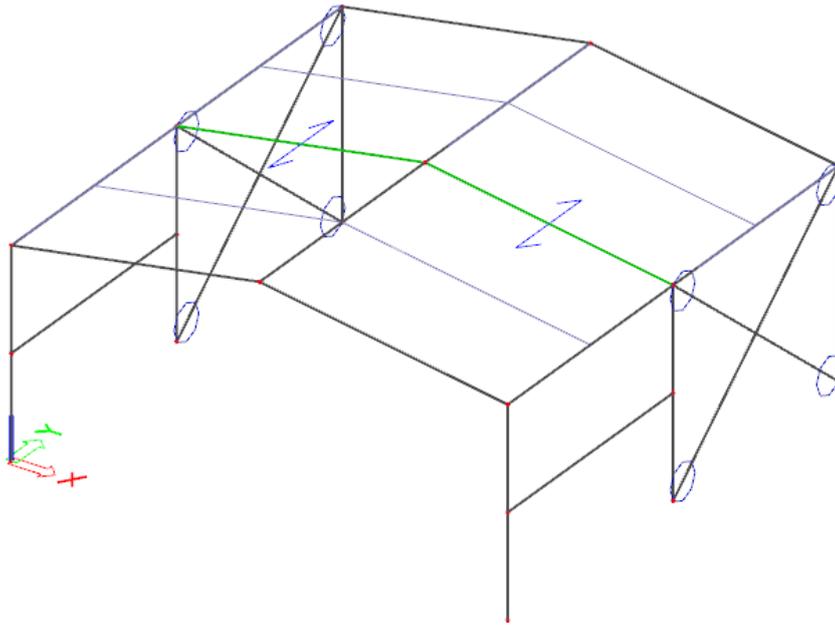
1. Pour introduire des rotules, utilisez l'option **Données de modèle > Rotule sur une barre** dans le **Menu structure**.



2. Les rotules sont introduites aux deux extrémités des diagonales ; choisissez donc **Les deux** pour la **Position**.

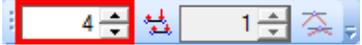


3. Pour obtenir une rotule, la rotation **ϕ_{iy}** est mise sur **Libre**, les translations et les autres rotations restent sur **Rigide**. De cette façon, les diagonales seront exclusivement articulées dans un seul plan.
4. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
5. Les rotules sont ajoutées lorsque vous cliquez sur les diagonales avec le bouton gauche de la souris.
6. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
7. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.



Remarque :

Les rotules sont toujours définies par rapport au système de coordonnées locales de l'élément.

Augmentez l'échelle pour les données entrées dans la barre d'outils  si vous trouvez que le cercle est trop petit.

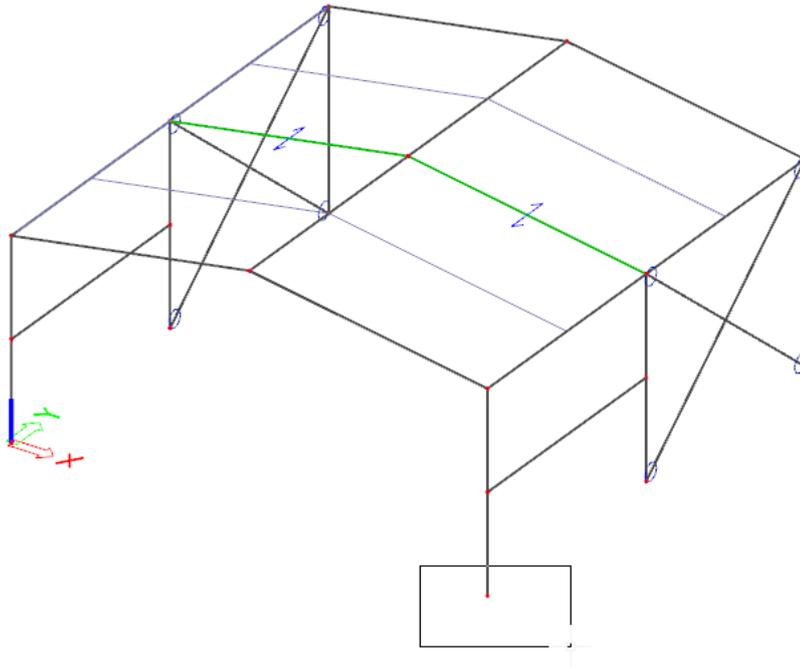
Appuis

La saisie de la géométrie peut être complétée avec des appuis. Les pieds de poteau sont modélisés avec des appuis articulés.

Avant d'ajouter des appuis, vous devez d'abord sélectionner les nœuds pour positionner les appuis (pour ce Tutoriel). Vous pouvez sélectionner ces nœuds manuellement, un par un, mais Scia Engineer offre une méthode simple pour sélectionner les entités ayant une propriété en commun.

Sélectionner des éléments suivant une propriété

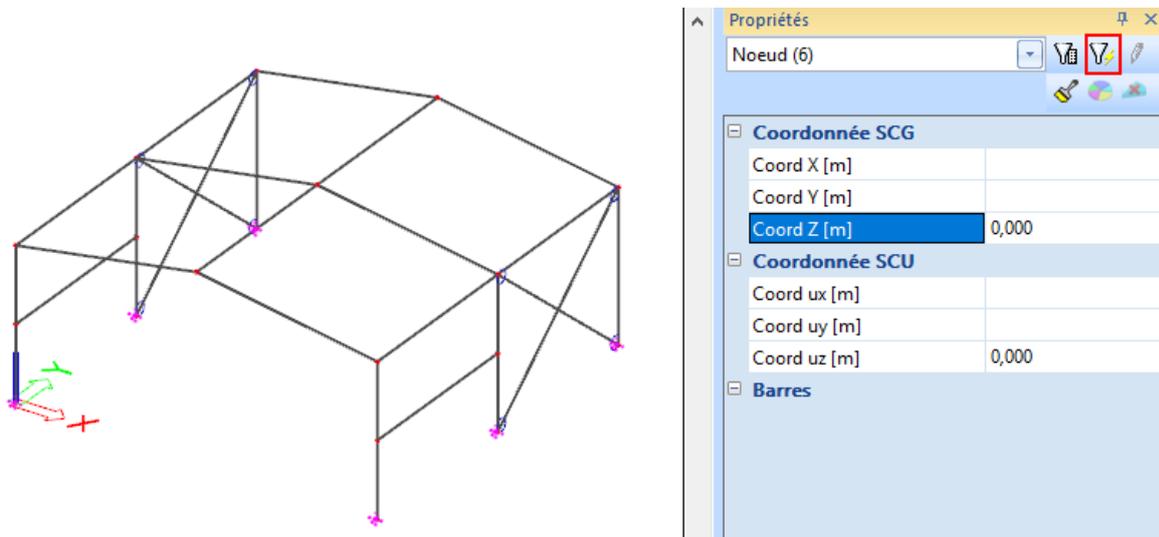
1. Pour sélectionner tous les pieds de poteau, sélectionnez un des nœuds en bas, en dessinant avec la souris fenêtre de gauche vers la droite.



2. La **Fenêtre des propriétés** montre les propriétés de ce nœud :

Propriétés	
Noeud (1)	
Nom	N5
Coordonnée SCG	
Coord X [m]	12,000
Coord Y [m]	0,000
Coord Z [m]	0,000
Coordonnée SCU	
Coord ux [m]	12,000
Coord uy [m]	0,000
Coord uz [m]	0,000
Barres	
Élément	B4

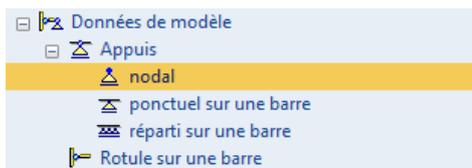
3. Choisissez maintenant la propriété à utiliser pour la sélection des entités. Pour ce projet, vous souhaitez sélectionner tous les nœuds en bas. La propriété commune entre ces nœuds est leur coordonnée selon la direction globale en Z. Cliquez avec le bouton gauche de la souris sur la propriété **Coord Z (m)** pour sélectionner le champ de cette propriété.
4. Choisissez l'option **Sélectionner des éléments suivant une propriété** . Le programme cherchera toutes les entités ayant la même propriété. Dans cet exemple, le programme va sélectionner tous les nœuds pour lesquels la propriété **Coord Z (m)** correspond à **0m**.



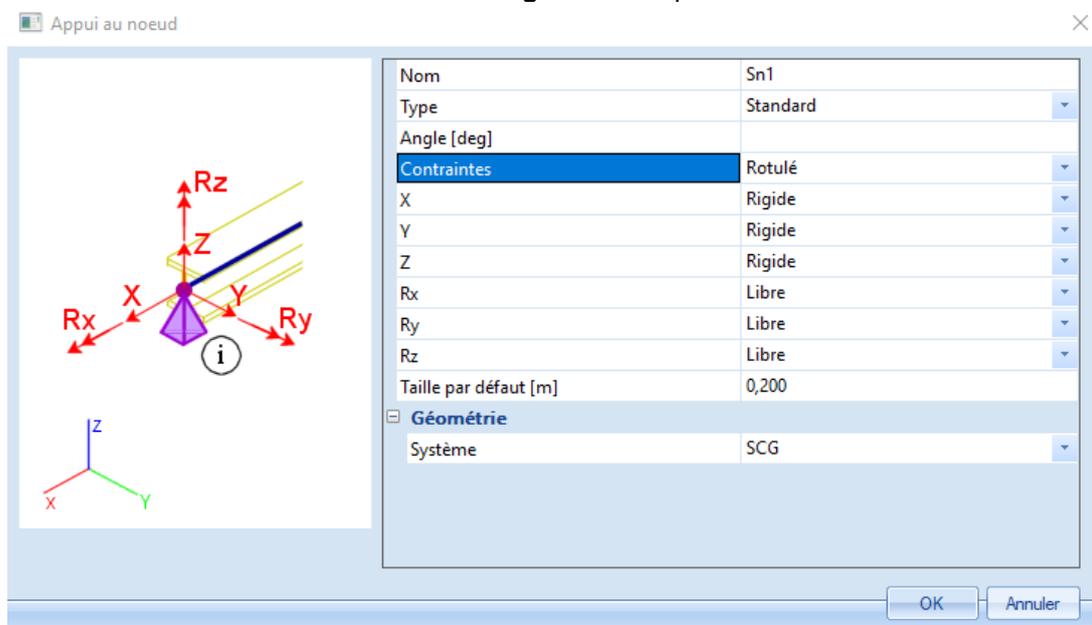
Les pieds de poteaux sont sélectionnés ; vous pouvez maintenant ajouter les appuis sur ces nœuds.

Introduire des appuis

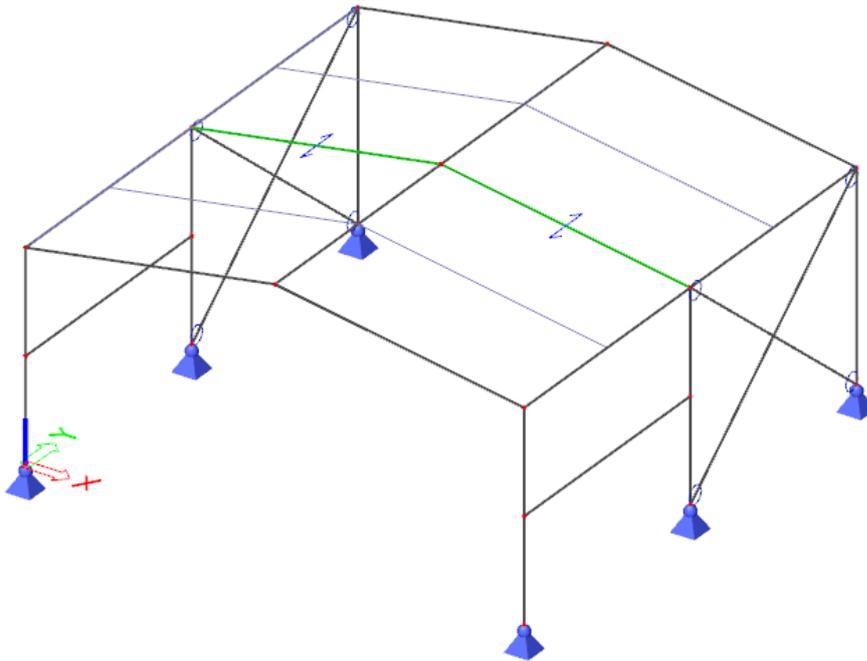
1. Pour introduire des appuis, utilisez l'option **Données de modèle > Appuis > au nœud** dans le **Menu Structure**.



2. Vous pouvez facilement définir les 6 conditions en choisissant la **Contraintes Rotulé**, de cette manière toutes les translations seront **Rigides** alors que les rotations resteront **Libre**.

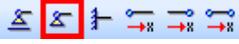


3. Confirmez votre saisie par **[OK]**. Les appuis sont automatiquement attribués aux nœuds sélectionnés.
4. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la sélection.



Remarques :

Si vous dessinez la fenêtre de gauche vers la droite, seuls les objets qui sont entièrement dans le rectangle seront sélectionnés. Si vous dessinez le rectangle de droite à gauche, les objets qui sont entièrement dans le rectangle ainsi que les objets qui recoupent le rectangle seront sélectionnés.

La **Ligne de commande** inclue un certain nombre d'appuis prédéfinis. Pour ce projet, vous auriez pu utiliser l'icône **Appui articulé** .

De manière similaire à la sélection des appuis, vous auriez pu utiliser l'option **Sélectionner éléments**  pour sélectionner toutes les diagonales, où les rotules doivent être introduites. La propriété de filtre aurait été la section dans ce cas.

Contrôle des données

Après avoir introduit la géométrie, la saisie peut être contrôlée pour vérifier les erreurs en utilisant l'option **Contrôle des données**. Avec cet outil, la géométrie est contrôlée pour trouver les nœuds doubles, les barres de longueur nulle, les barres doubles... Cependant, cette fonction ne vérifie pas si la structure est un mécanisme.

Contrôle de la structure

1. Cliquez sur l'option **Contrôle des données** dans le **Menu structure** ou cliquez sur l'icône  dans la barre d'outils.
2. La fenêtre **Contrôle des données** apparaît, listant les différents contrôles disponibles.

Contrôle des données de la structure ×

Noeuds

Noeuds singuliers

Noeuds doubles Ignorer les paramètres

Barres

Contrôle des barres

Recherche des barres de longueur nulle Barres nulles:

Recherche des barres doubles Supprimer les barres de longueur nulle

Barres doubles:

Supprimer les barres doubles

Parties incorrectes:

Supprimer les parties incorrectes

Contrôle des références de données

Contrôle des références de données Méthode économique en mémoire

Méthode rapide

Données additionnelles

Contrôle de la position des données additionnell Position incorrecte:

Contrôle des points de distribution des charges li Corriger la position

Charges:

Assemblages acier

Contrôle des assemblages Non valides:

Supprimer les non valides

Contrôle panneaux de charge Contrôle des liens transversaux

Contrôle des données addit. Contrôle des noms en double **Contrôle**

3. Cliquez sur [**Contrôle**] pour lancer les contrôles.
4. La fenêtre du **Rapport de contrôle de données** apparaît, indiquant qu'aucun problème n'a été trouvé.

Rapport du contrôle de données ×

Contrôle des données terminé.



5. Fermez le contrôle en cliquant sur [**OK**].
6. Dans le cas où un problème est détecté, SCIA Engineer peut automatiquement corriger ce problème.

Connecter des entités

Un poteau et une poutre de toiture ont un nœud en commun. Le nœud d'extrémité du poteau par exemple est le nœud de début de la poutre de toiture. Cette poutre est automatiquement connectée au poteau.

Les deux poutres qui arrivent au milieu des poteaux n'arrivent pas sur des nœuds. Les nœuds d'extrémité des poutres se trouvent à l'intérieur du poteau ce qui veut dire que les poutres ne sont pas encore connectées aux poteaux. Dans ce paragraphe, nous allons expliquer comment connecter les barres entre elles. Cette étape est spécialement importante dans l'éventualité d'une future modification de la structure ou pour éviter tout problème lors des calculs.

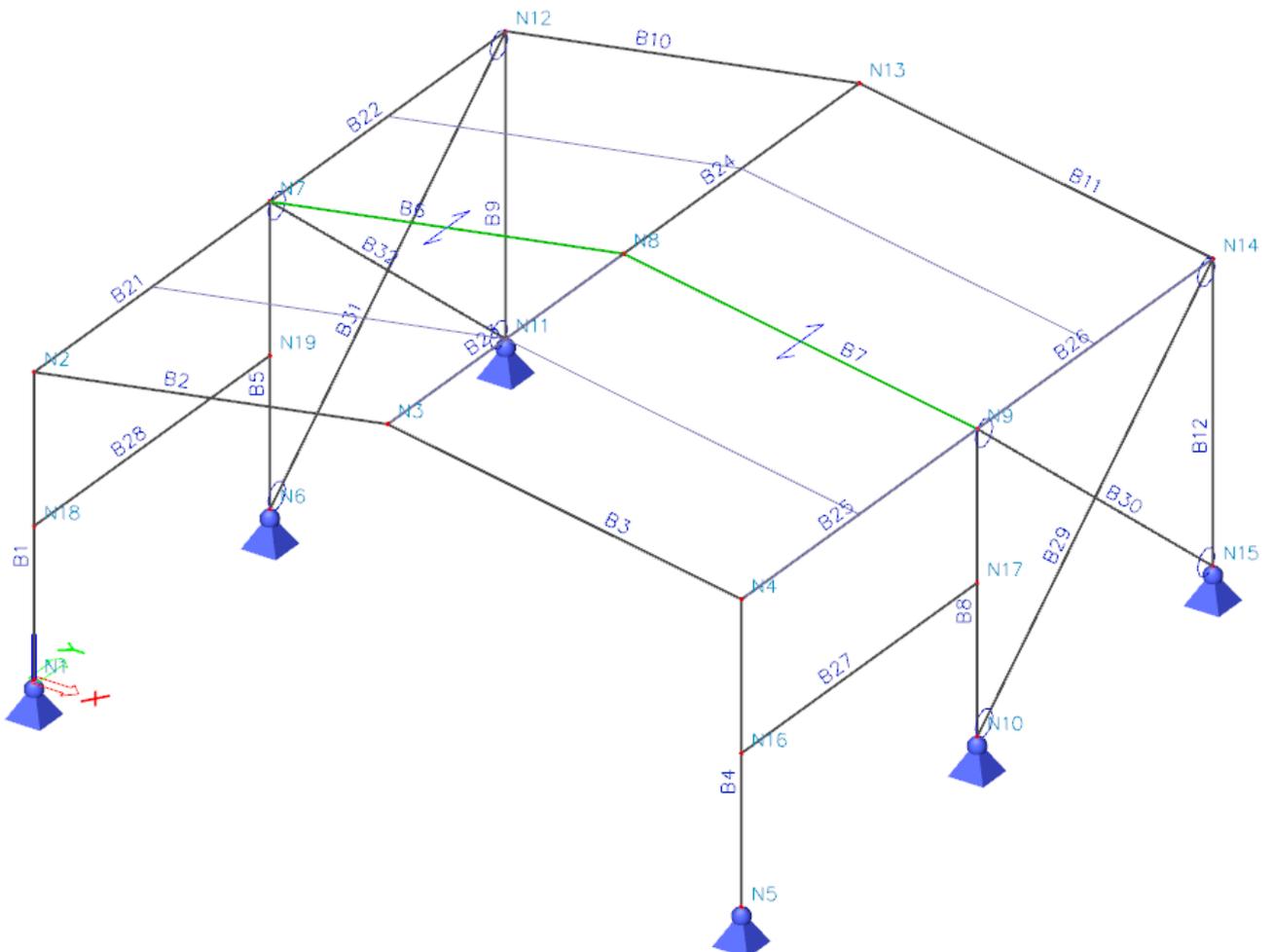
Pour afficher les noms des barres et des nœuds, vous pouvez activer les étiquettes à l'aide des boutons de la **Ligne de commande**.

Activer les étiquettes de nœuds

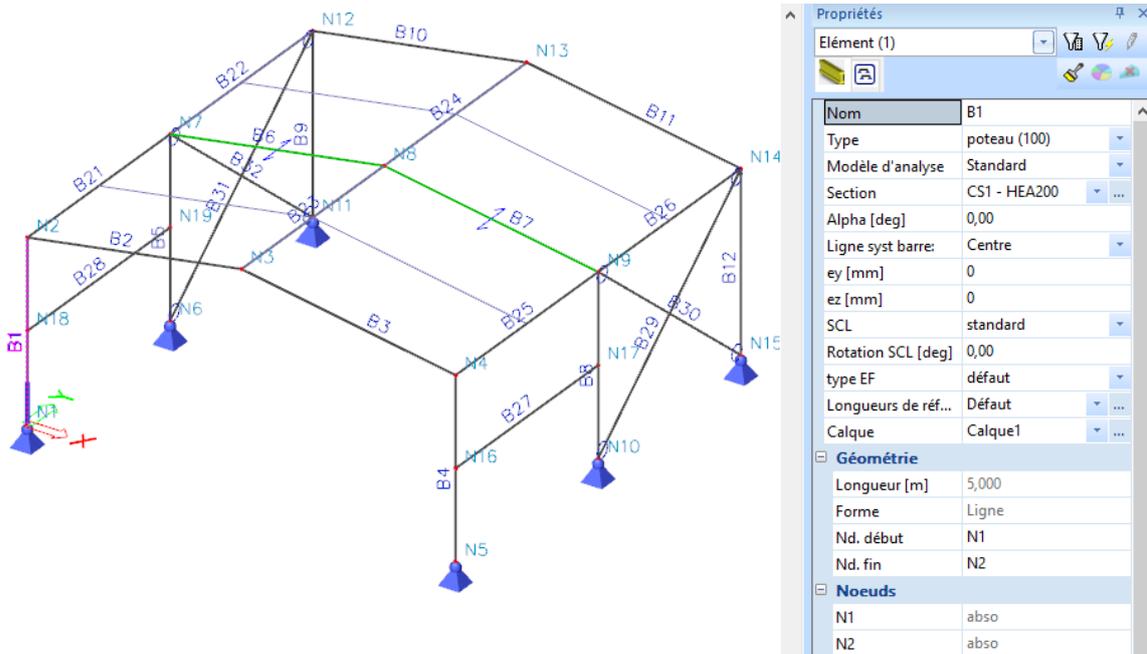
Les étiquettes de nœuds sont activées à l'aide de l'icône  qui se trouve en dessus de la **Ligne de commande**.

Activer les étiquettes de barre

Les étiquettes de barre sont activées à l'aide du bouton  en haut de la **Ligne de commande**.



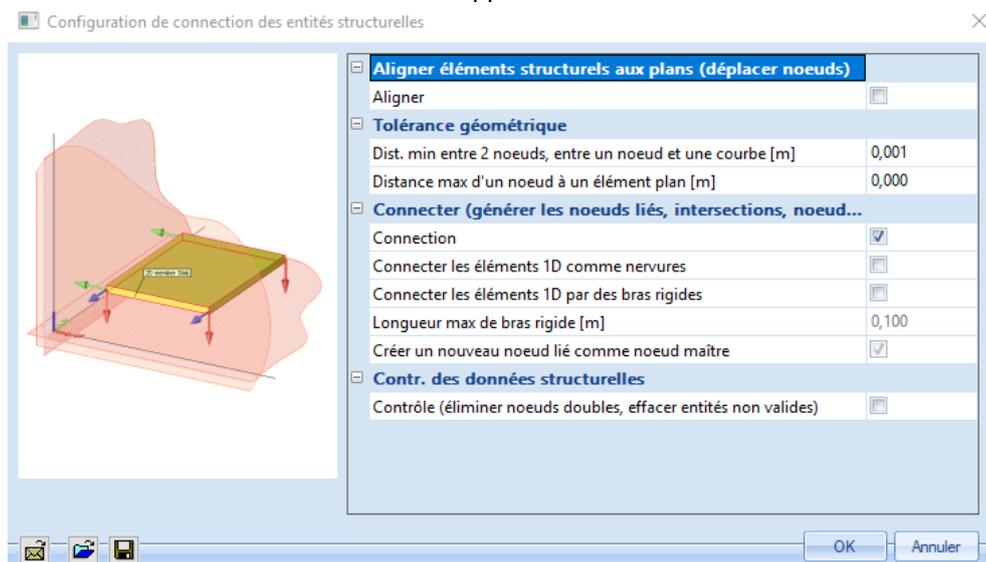
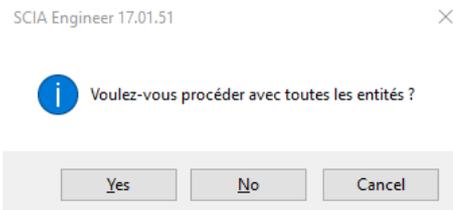
Lorsque vous sélectionnez le poteau **B1** avec le bouton gauche de la souris, les propriétés sont affichées dans la **Fenêtre des propriétés** :



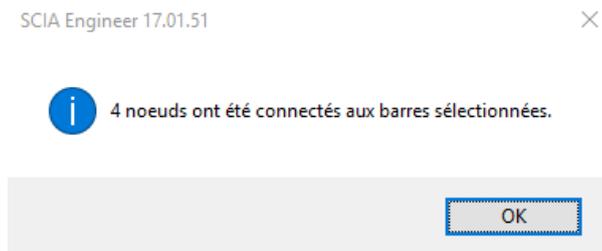
Cette fenêtre montre le nœud de début **N1** et le nœud de fin **N2**. Le nœud **N18** ne fait pas partie du poteau. Pour connecter la poutre **B28** aux poteaux, utilisez l'option **Connecter éléments/nœuds**.

Connecter des entités

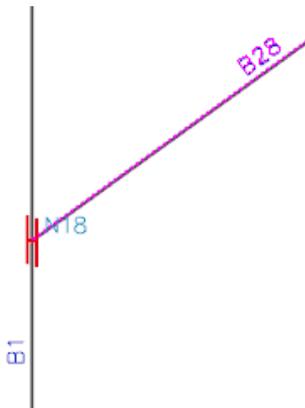
1. Appuyez sur **<ESC>** ou cliquez sur l'icône **Annuler sélection**  pour désactiver toute sélection des entités.
2. Cliquez sur l'option **Données de modèle > Connecter les nœuds** dans le **Menu structure** ou cliquez sur l'icône  dans la barre d'outils.
3. Un dialogue vous demande si tous les nœuds doivent être connectés aux barres :
4. Cliquez sur **<Yes>**.
5. La boîte de dialogue **Configuration de connexion des entités structurales** apparaît.



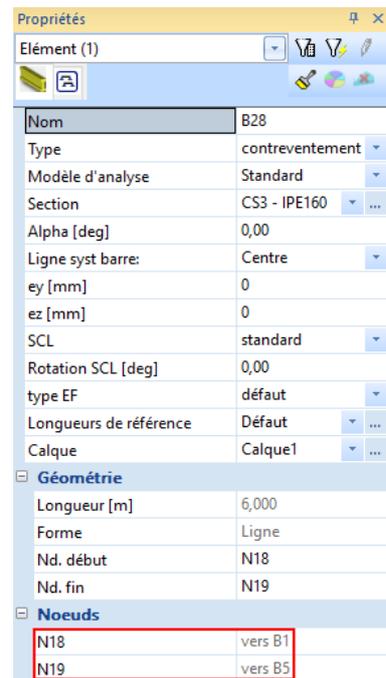
- Confirmez les configurations par <OK>.
- Une fenêtre apparaît pour indiquer le nombre de nœuds connectés :



- Les nœuds connectés sont représentés dans la fenêtre graphique à l'aide de deux lignes rouges :



Lorsque vous sélectionnez par exemple la poutre **B28**, la **Fenêtre de propriétés** va afficher que le nœud **N18** connecte la poutre au poteau **B1** et que le nœud **N19** connecte la poutre au poteau **B5**.



Remarque :

*Si une sélection est en cours et n'est pas désactivée lorsque la commande **Connecter les nœuds** est utilisée, le programme va seulement chercher les nœuds à connecter dans cette sélection et pas dans tout le projet.*

*Il est aussi possible d'exécuter les deux opérations précédentes en même temps. Vous devez donc activer l'option **Contrôle (éliminer nœuds doubles, effacer entités non valides)** dans la boîte de dialogue **Configuration de connexion des entités structurales**.*

- Cliquez sur **[Fermer]** en dessous du **Menu structure**.

Représentation graphique de la structure

Modifier la vue

Dans SCIA Engineer, il y a différentes possibilités pour modifier la représentation graphique de la structure. Ci-dessous vous pouvez trouver les options les plus importantes :

- Modifier le point de vue de la structure
- Sélectionner une direction de vue
- Utiliser le zoom
- Modifier les paramètres de vues via le menu **Paramètres de vue**

Modifier le point de vue de la structure

Choisir le point de vue à l'aide des roulettes. Sur le coin bas droit de la fenêtre graphique, il y a des roulettes ; deux horizontales et une verticale. Avec ces **roulettes** vous pouvez **zoomer** sur la structure ou la faire **tourner**.

1. Pour pouvoir zoomer dans la structure ou faire tourner la structure, cliquez sur la roulette (le curseur va se changer en main), gardez le bouton gauche de la souris enfoncé et faites bouger les roulettes.

OU

Choisissez le point de vue en combinant les touches du clavier et la souris.

2. Appuyez sur CTRL + bouton droit de la souris en même temps et déplacez la souris pour faire **tourner** la structure.
3. Appuyez sur SHIFT + bouton droit de la souris en même temps et déplacez la souris pour **déplacer** la structure.
4. Appuyez sur CTRL + SHIFT + bouton droit de la souris en même temps et déplacez la souris pour **zoomer** ou **dézoomer**.

Remarque :

Si la structure est tournée alors qu'un nœud est sélectionné, la structure va tourner autour du nœud sélectionné.

*Vous pouvez aussi facilement **zoomer** et **dézoomer** grâce à la roulette de votre souris. Cette même roulette peut être utilisée pour **déplacer** le modèle lorsque vous maintenez appuyé. Un double-clic sur la roulette permettra d'adapter le zoom de telle manière à voir l'entièreté de la structure.*

Configurez une direction de vue par rapport au système de coordonnées global

1. Cliquez sur le bouton **Vue dans la direction X**  pour une vue dans la direction X.
2. Cliquez sur le bouton **Vue dans la direction Y**  pour une vue dans la direction Y.
3. Cliquez sur le bouton **Vue dans la direction Z**  pour une vue dans la direction Z.

Remarque :

*Vous pouvez aussi taper les lettres X, Y ou Z dans la ligne de commande et cliquez sur la touche **<Entrée>** de votre clavier pour modifier la vue.*

Le zoom

- Utilisez  pour zoomer.
- Utilisez  pour dézoomer.

- Utilisez  pour zoomer dans une fenêtre.
- Utilisez  pour voir toute la structure.
- Utilisez  pour zoomer sur une sélection.

Modifier les paramètres de vue via le menu paramètres de vue

1. Cliquez dans la fenêtre graphique sur le bouton droit de la souris. Le menu ci-dessous apparaît :



Remarque :

Si un élément est déjà sélectionné, vous pouvez définir une configuration qui s'applique seulement à l'élément sélectionné, vous pouvez définir une configuration qui s'applique seulement aux éléments sélectionnés (un menu adapté apparaît).

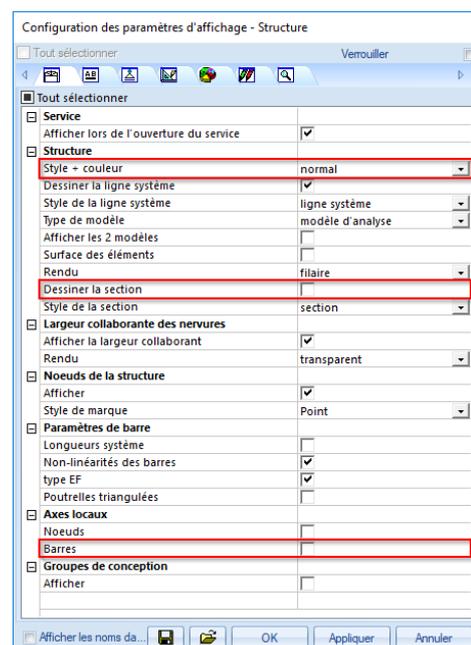
2. Choisissez l'option **Paramètres d'affichage généraux**. La fenêtre **Configuration des paramètres d'affichage** apparaît. Le menu est constitué de plusieurs onglets. Vous pouvez choisir les paramètres de vue pour toutes les entités ou juste pour les entités sélectionnées.

Paramètres d'affichage – Structure

A l'aide de l'onglet entités, la représentation des différentes peut être adaptée.

Dans le groupe **Structure**, les objets ci-dessous sont importants pour ce projet :

- **Style et couleur** : Vous pouvez afficher les couleurs par calque, matériau, section droite ou type de structure.
- **Dessiner la section** : Avec cette option, le symbole de la section droite est affiché sur chaque élément.

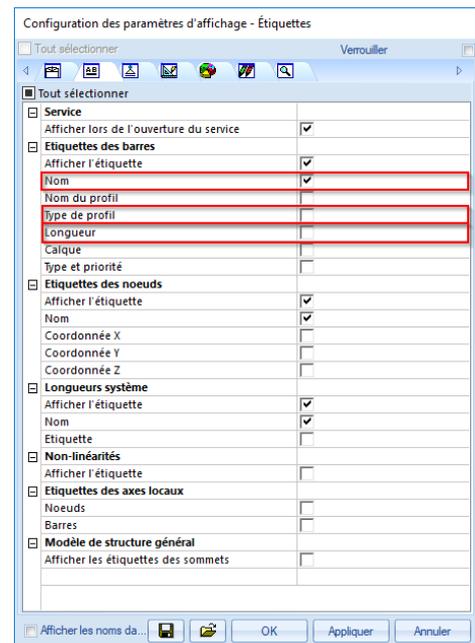


- **Axes locaux** : Avec cette option, les axes locaux des éléments sont activés.

Paramètres d'affichage – Étiquettes

A travers l'onglet **Étiquettes**, les étiquettes des différentes entités peuvent être affichées. Dans le groupe **Éléments**, les éléments suivants peuvent être affichés dans les étiquettes :

- **Nom** : Affiche le nom de la section droite dans l'étiquette.
- **Type de section droite** : Affiche le type de section droite dans l'étiquette.
- **Longueur** : Affiche la longueur de l'élément dans l'étiquette.



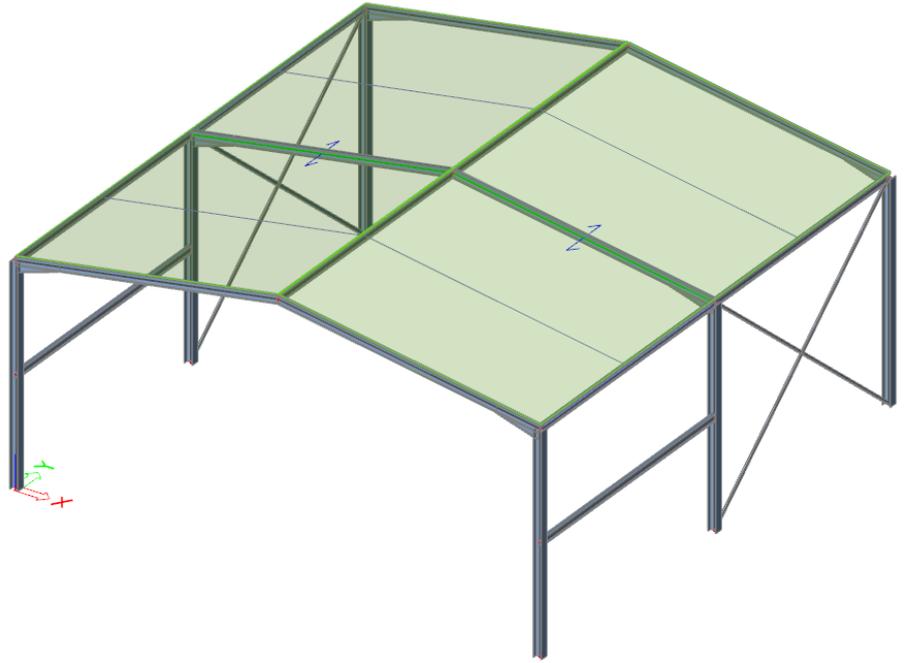
Paramètres d'affichage - Raccourcis

Dans la barre d'outils en dessus de la **Ligne de commande**, plusieurs options fréquemment utilisées sont groupées parmi lesquels :

- **Montrer/cacher surfaces**  pour afficher les surfaces des sections droites.
- **Rendu de la géométrie**  pour afficher le rendu des éléments.
- **Montrer/cacher les appuis**  pour afficher les appuis et les rotules.
- **Montrer/cacher les charges**  pour afficher les cas de charge.
- **Montrer/cacher les autres données du modèle**  pour montrer les autres données du modèle (appuis, nœuds internes, ...)
- **Montrer/cacher**  pour afficher les étiquettes des nœuds.
- **Montrer/cacher les étiquettes**  pour afficher l'étiquette des éléments.

- **Choisir le cas de charge à afficher**  pour modifier le cas de charge actif.
- **Ajustement rapide des paramètres d'affichage pour tout le modèle**  pour accéder rapidement aux options à partir du menu Paramètres de vue.

Après avoir affiché le rendu, la structure ci-dessous est obtenue (vue axonométrique) :



Charges et combinaisons

Cas de charge et Groupes de charges

Chaque charge est attribuée à un **cas de charge**. Un cas de charge peut contenir différents types de charge.

A chaque cas de charge, des propriétés sont attribuées, qui sont déterminantes pour la génération des combinaisons. Le type d'action d'un cas de charge peut être permanent ou variable.

Chaque cas de charge variable est associé à un **groupe de charge**. Le groupe contient des informations à propos de la catégorie de la charge (charge de service, vent, neige...) et sa relation aux autres charges (défaut, ensemble, exclusive). Dans un groupe exclusif, les différentes charges attribuées au groupe ne peuvent pas agir ensemble dans une combinaison de la norme. Pour les combinaisons par défaut, le générateur de combinaison permet les actions simultanées des charges du même groupe.

La manière dont les cas de charges sont définis est déterminante pour les combinaisons créées par le générateur. Nous recommandons que vous lisiez attentivement le chapitre à propos des charges et des combinaisons dans le manuel de référence.

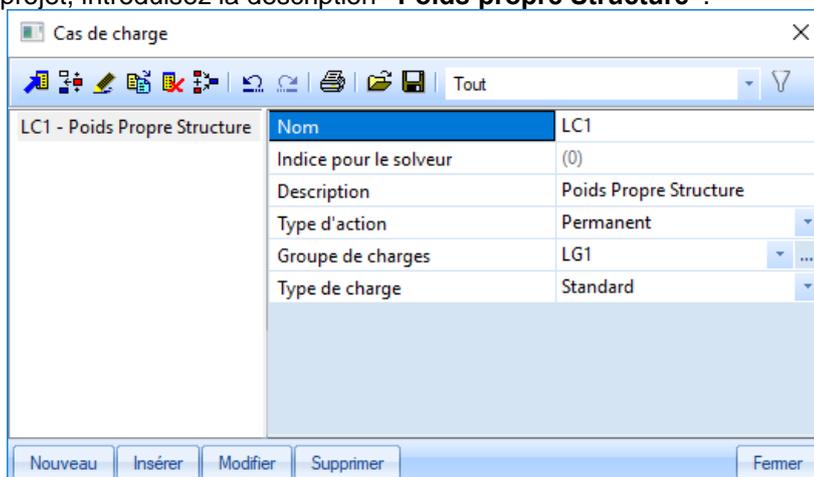
Dans ce projet, deux cas de charge sont introduits :

LC1 : Cas de charge permanent : Poids propre des éléments + Poids du toit.

LC2 : Cas de charge variable : Vent de côté sur les portiques.

Définir un cas de charge permanent

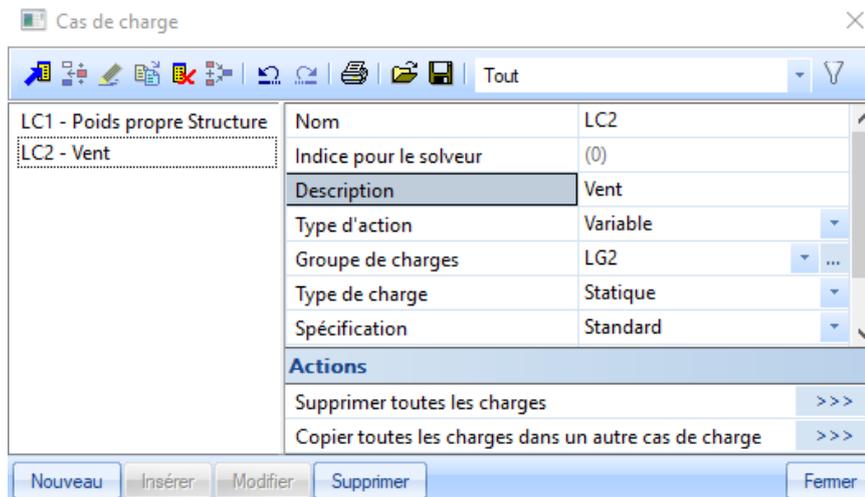
1. Double-cliquez sur  Charges dans la **Fenêtre principale**.
2. Avant que vous ne puissiez définir des charges, vous devez d'abord introduire les cas de charge. Puisque ce projet ne contient pas encore de cas de charge, le **Gestionnaire de cas de charge** va automatiquement s'ouvrir.
3. Par défaut, le cas de charge **LC1** est créé. Cette charge est une charge permanente de type **Poids propre**. Le poids propre de la structure est automatiquement calculé par le biais de ce type.
4. Puisque vous allez aussi introduire des charges manuellement dans le premier cas de charge de ce projet (Poids du toit), vous devez changer le Type de charge et le mettre sur **Standard**.
5. Dans le champ de description, vous pouvez décrire le contenu de ce cas de charge. Pour ce projet, introduisez la description "**Poids propre Structure**".



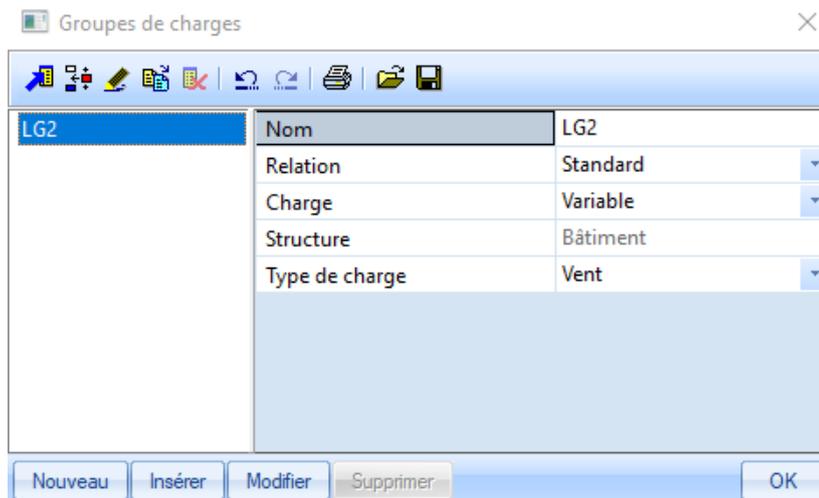
Définir un cas de charge variable

1. Cliquez sur  ou  pour créer un second cas de charge.

- Entrez la description “**Vent**”
- Comme c’est une charge variable, modifiez le type d’action en **Variable**.



- The charge group LG2 is automatically created. Click on  to display the properties of the charge group.



Le type de charge détermine le facteur à attribuer aux cas de charge dans ce groupe de charges lorsque les combinaisons des Eurocodes sont requises. Dans ce projet, choisissez **Vent**.

- Click on **[OK]** to close the **Gestionnaire de groupe des charges** and return to the **Gestionnaire des cas de charge**.
- Click on **[Fermer]** to close the **Gestionnaire des cas de charge**.

Remarque :
Groupes de charge

Chaque charge est classée dans un groupe. Ces groupes influencent les combinaisons qui sont générées ainsi que les coefficients dépendant de la norme à appliquer. La logique suivante est adoptée.

Les cas de charges variables qui sont indépendants les uns des autres sont associés à différents groupes variables. Pour chaque groupe, vous définissez la catégorie de charge (voir EN 1991). Les

coefficients de combinaison de l'Eurocode sont générés à partir des groupes de charge disponibles. Quand une combinaison générée contient deux cas de charge appartenant à différents groupes, les coefficients de réduction seront appliqués aux charges transitoires.

Si la charge est divisible, ses différentes composantes sont définies dans des cas de charge individuels. Tant que la combinaison de charge ne contient pas de charge variable appartenant à un autre groupe, aucun coefficient de réduction ne peut être appliqué. Les différents cas de charge d'une charge divisible sont donc associés à un groupe variable.

Les cas de charge du même type qui ne peuvent pas agir en même temps, sont mis dans un groupe de type exclusif, par exemple, "Vent X" et "Vent -X" sont associés à un groupe "Vent" exclusif pour éviter des actions simultanées.

Charges

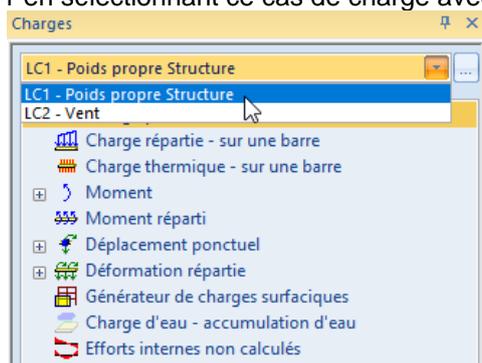
Après avoir introduit les cas de charge, le **menu charges** apparaîtra automatiquement :

Le premier cas de charge (**LC1**) inclut deux charges :

- Poids propres des barres
- Poids de la toiture

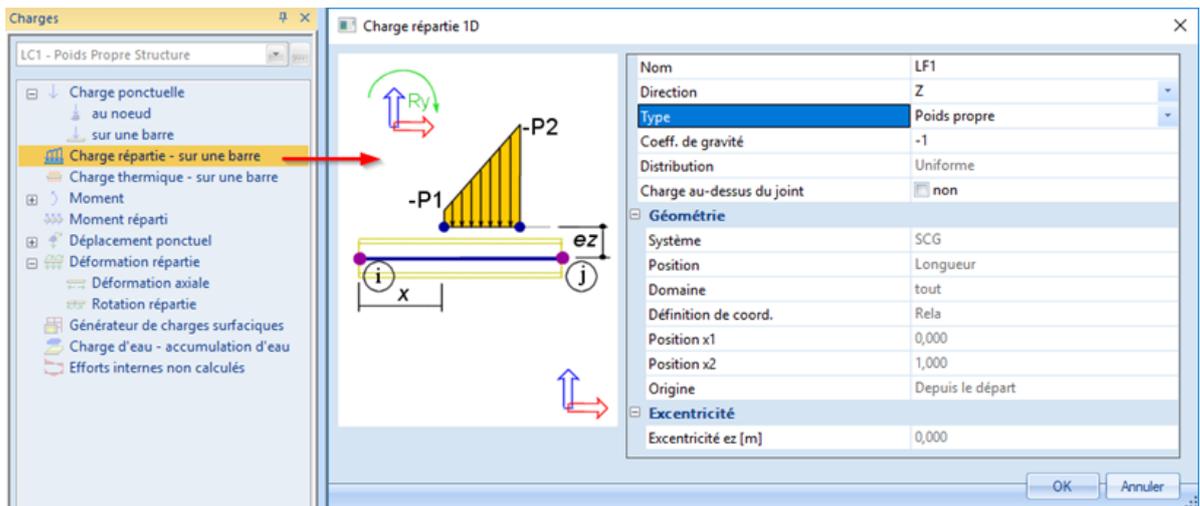
Choisir un cas de charge

Activez LC1 en sélectionnant ce cas de charge avec la souris dans la liste déroulante :



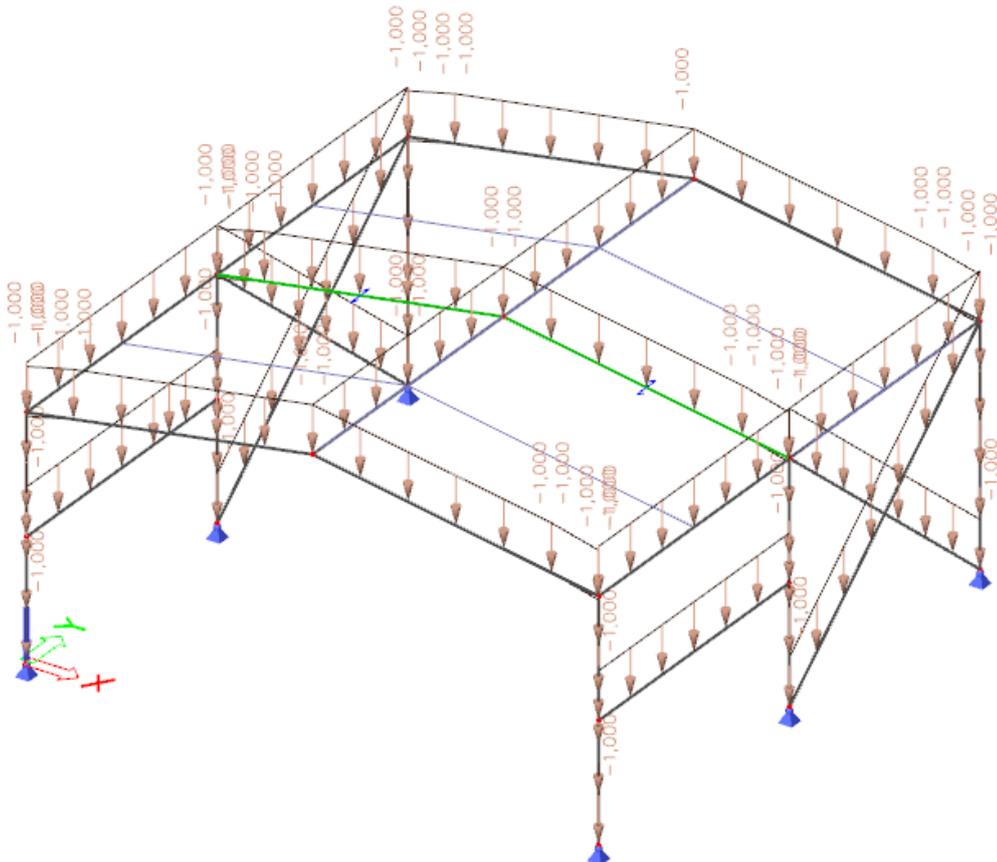
Introduire le poids propre comme charge linéaire

1. Annulez toute sélection active en appuyant sur **<ESC>**.
2. Cliquez sur **Charge linéaire – sur poutre** dans le **Menu Charges**. Le dialogue **Charge linéaire sur barre** apparaît.
3. Dans le champ **Type**, choisissez **Poids Propre**. La Direction est la direction Z Global et le coefficient de Gravité est mis sur -1 , de telle sorte que la charge agit verticalement vers le bas.



4. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
5. Sélectionnez toutes les barres à l'aide de l'icône **Sélectionner tout**  dans la barre d'outils.
6. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
7. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.

La charge du poids propre est représentée en couleur marron :

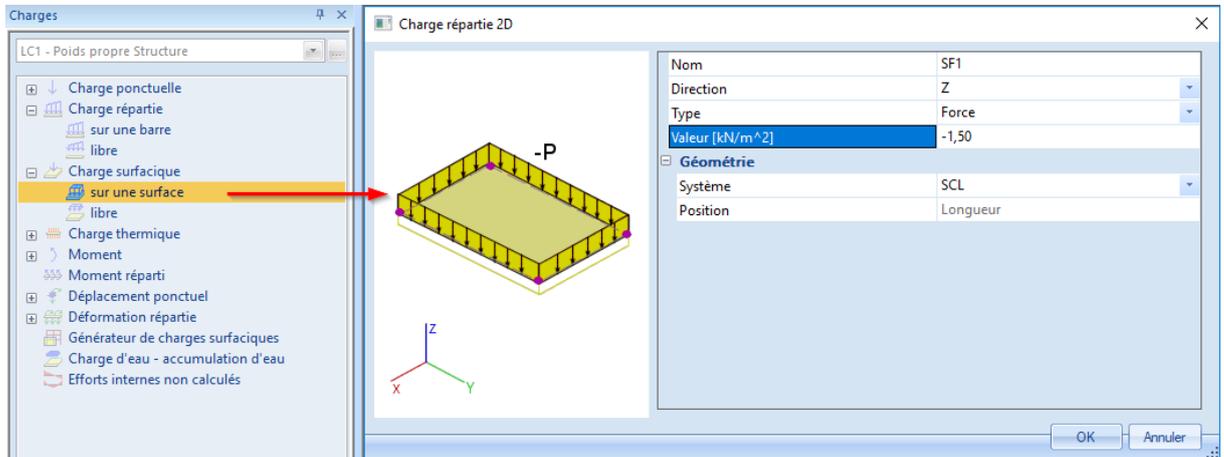


Le poids du toit est introduit comme une charge surfacique de 1,5kN/m². Seules les poutres de toiture sont chargées directement.

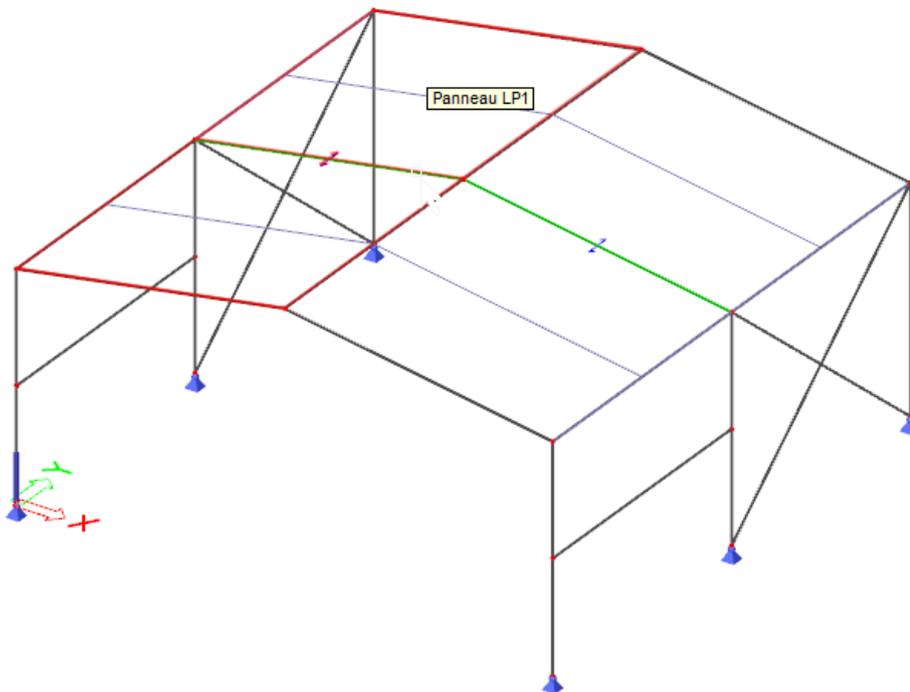
Introduire la charge du toit comme charge surfacique

Pour pouvoir introduire une **Charge surfacique sur les poutres**, sélectionnez l'option Charge surfacique > sur une surface.

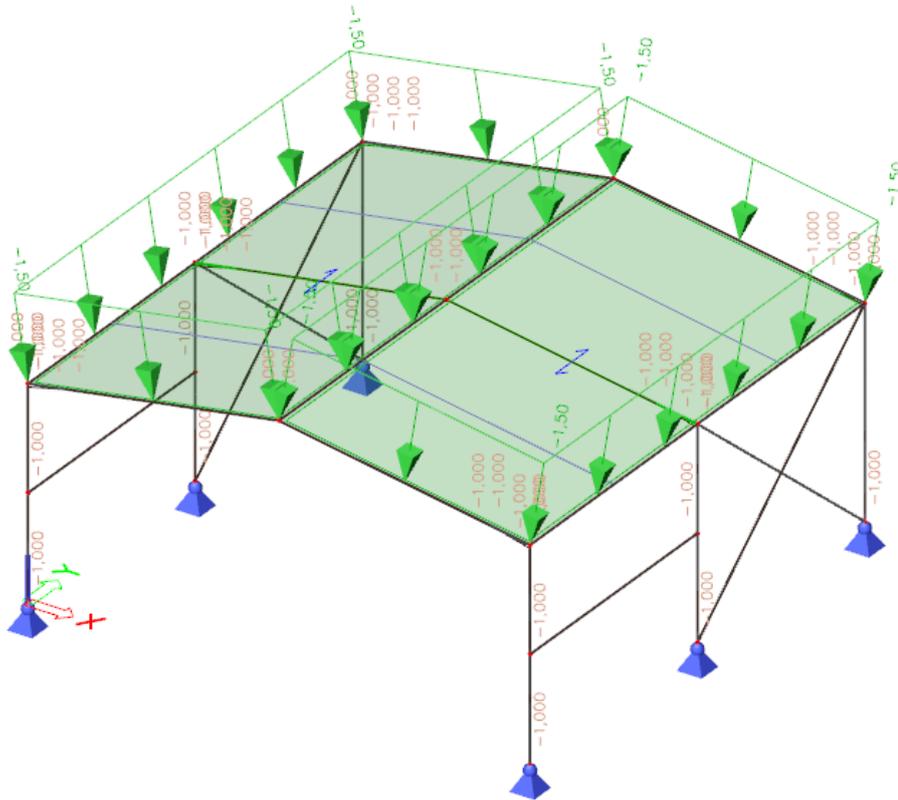
1. La fenêtre Charge répartie 2D apparaît.
2. Modifiez la **Valeur** à **-1,5 kN/m²** puis appuyez sur **[OK]**.



3. Par question de simplicité, masquez temporairement les charges du poids propre en cliquant sur l'icône .
4. Sélectionnez maintenant les panneaux LP1 et LP2 qui modélisent les tôles de toiture en cliquant sur une des poutres des portiques.

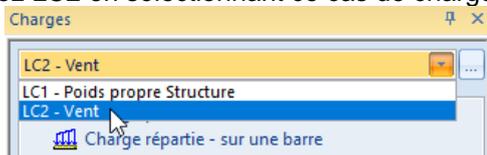


5. Lorsque les 2 panneaux sont sélectionnés, appuyez sur **<ESC>** pour confirmer votre saisie. Appuyez à nouveau sur **<ESC>** pour annuler la sélection en cours. L'affichage des charges va se réactiver toute seule pour afficher les charges surfaciques que vous venez d'entrer.



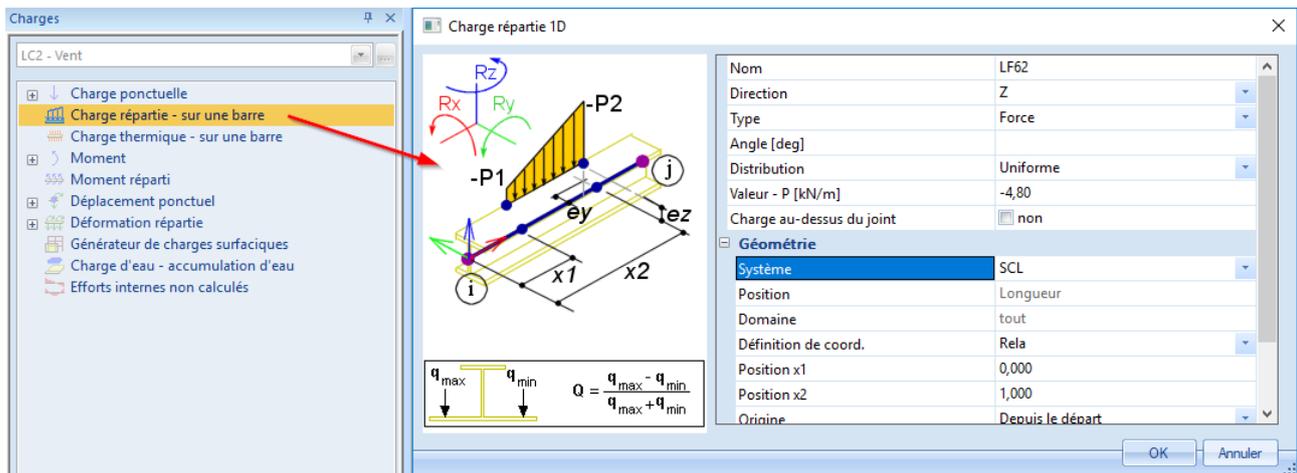
Choisir un cas de charge

Activez LC2 en sélectionnant ce cas de charge avec la souris dans la liste déroulante :

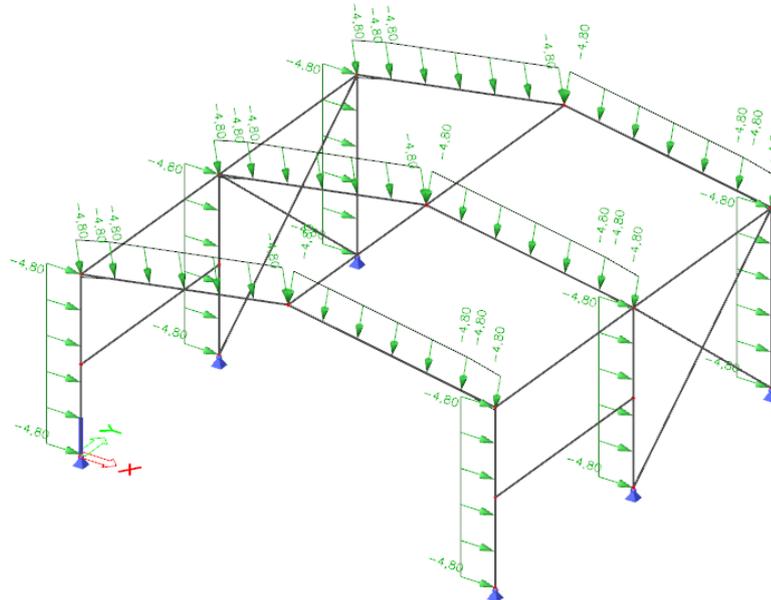


Introduire une charge linéaire

1. Cliquez sur **Charge répartie – sur une barre** dans le **Menu Charge**. Le dialogue **Charge répartie 1D** apparaît.
2. Changez le **Type de Force**.
3. La **Direction** de la charge est **Z** et le **Système** est le système de coordonnées locales **SCL**. Les charges linéaires agissent selon les axes locaux Z des barres.
4. Changez la **Value** en **-4,8 kN/m**.

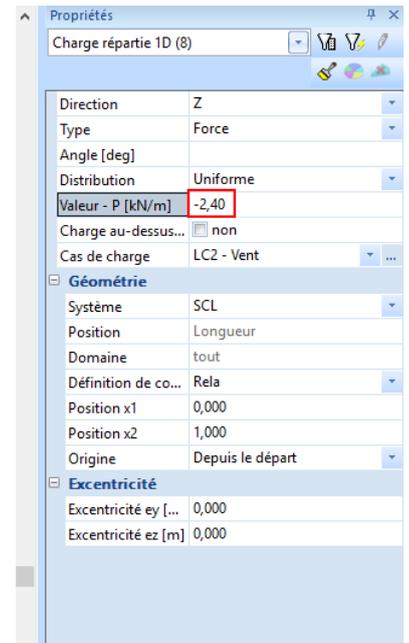
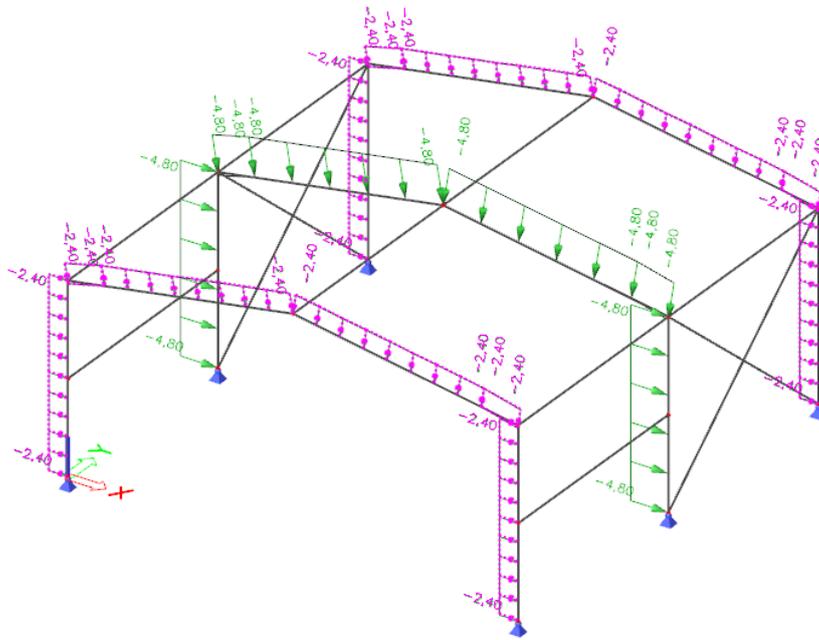


5. Confirmez votre saisie par **[OK]**.
6. Sélectionnez les barres où cette charge doit être positionnée : les poutres de toiture et les poteaux.
7. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
8. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.



Adapter une charge

1. Sélectionnez les charges linéaires sur les poutres de toiture et les poteaux du premier et du dernier portique en cliquant avec le bouton gauche de la souris sur ces charges.
2. Les propriétés communes des 8 séries sont affichées dans la **Fenêtre des propriétés**.
3. Changez la **Valeur** de **-4,8 kN** à **-2,4 kN** dans la fenêtre des Propriétés.



4. Confirmez la modification avec **<ENTRER>**.
5. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la sélection.

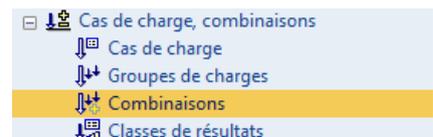
Cliquez sur **[Fermer]** pour quitter le **Menu Charges** et retourner dans la **Fenêtre principale**.

Remarque :

La **Ligne de commande** inclut un nombre de charges prédéfinies : , qui permet une saisie simple et rapide des charges.

Combinaisons

Après la saisie des cas de charges, ceux-ci peuvent être regroupés dans des combinaisons. Dans ce projet, deux combinaisons sont créées, une pour l'ELU et l'autre pour l'ELS.



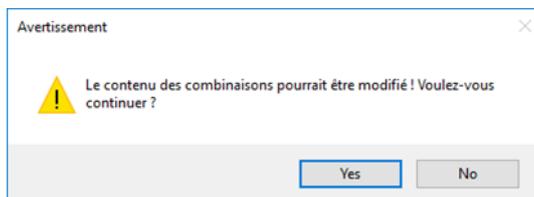
Définir des combinaisons

1. Cliquez sur **Combinaisons** dans l'**arborescence principale**.

2. Puisqu'aucune combinaison n'a encore été introduite, la fenêtre pour créer une nouvelle combinaison va automatiquement apparaître.

3. Le Type de la combinaison est changé en **EN – ELU (STR/GEO) Set B**. Avec ce type de combinaison, SCIA Engineer va automatiquement générer des combinaisons en accord avec les règles de composition complexes des Eurocodes.

4. Un message d'alerte qui contrôle le respect du contenu du code des combinaisons risque d'apparaître. Fermez-le avec **[Yes]**



5. A l'aide du bouton **[Ajouter tout]**, tous les cas de charges peuvent être ajoutés à la combinaison. Vous pouvez toutefois ajouter manuellement les cas de charge en les glissant un par un de la liste de droite (cas de charge) à la liste de gauche (contenu des combinaisons).

6. Tapez "ELU" dans le champ **Description** afin de distinguer les combinaisons.

1. Confirmez votre saisie avec **[OK]**. The **Gestionnaire de combinaison** est ouvert.

2. Cliquez sur  ou sur  pour créer une seconde combinaison.

3. Changez le **Type** de la combinaison en **EN-ELS Caractéristique**. Tapez "ELS" dans le champ **Description** afin de distinguer les combinaisons.

4. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.

5. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer le **Gestionnaire de combinaisons**.

Contenu de la combinaison	
LC1 - Poids propre Structure [-]	1,00
LC2 - Vent [-]	1,00

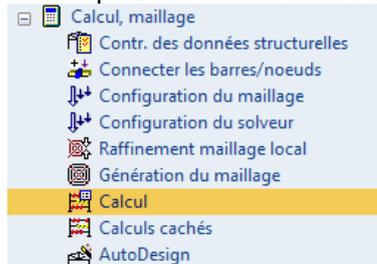
Calcul

Calcul linéaire

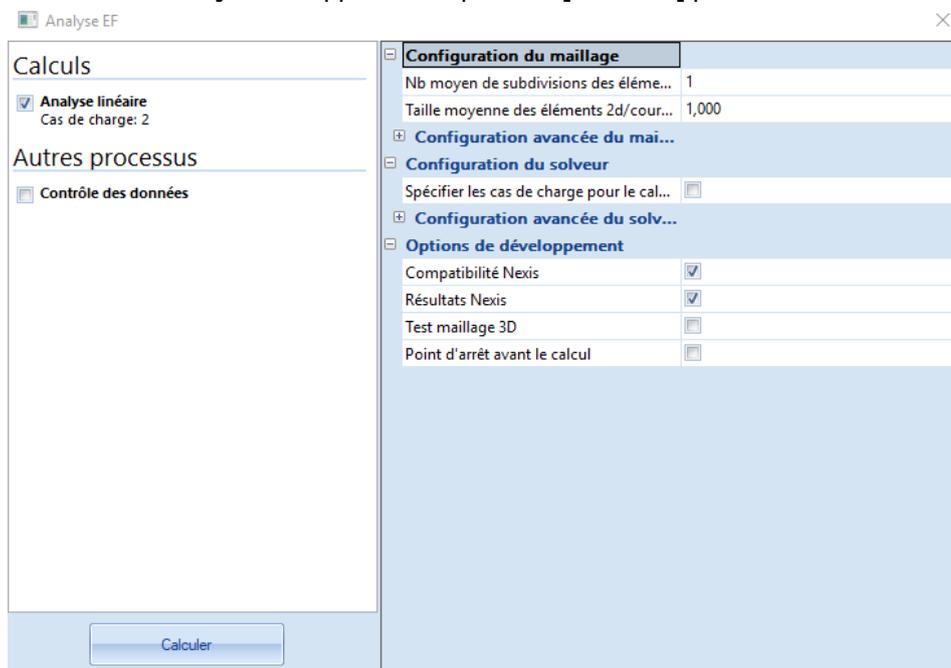
Le modèle de calcul étant prêt, vous pouvez maintenant démarrer le calcul.

Exécuter le calcul linéaire

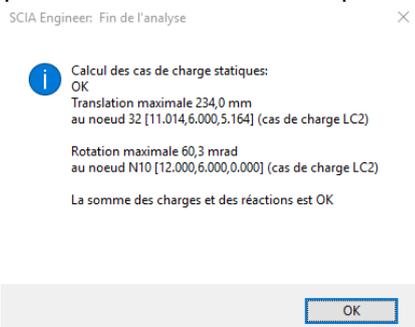
1. Cliquez sur **Calcul** dans l'**arborescence principale** ou sur l'icône  dans la barre d'outils.



2. La fenêtre d'**Analyse EF** apparaît. Cliquez sur **[Calculer]** pour démarrer le calcul.



3. Après le calcul, une fenêtre annonce que le calcul est terminé et affiche la déformation ainsi que la rotation maximale. Cliquez sur **[OK]** pour fermer cette fenêtre.



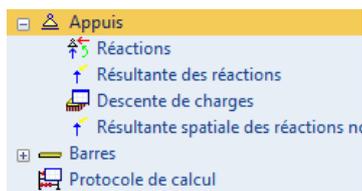
Résultats

Visualisation des résultats

Après que le calcul soit terminé, les résultats peuvent être affichés. Un nouveau service apparaît dans l'**arborescence principale**, d'autre part la fenêtre **Propriétés** annonce que le calcul linéaire est terminé.

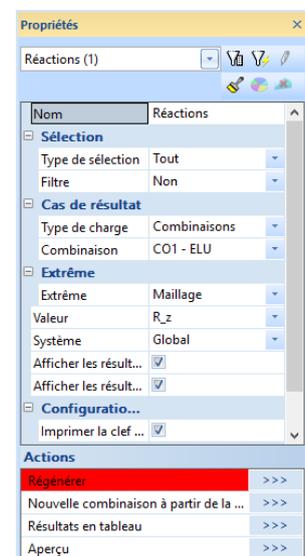
Afficher les résultats

1. Cliquez sur  **Résultats** dans l'**arborescence principale**, le menu **Résultats** apparaît.
2. Cliquez sur **Appuis > Réactions**.

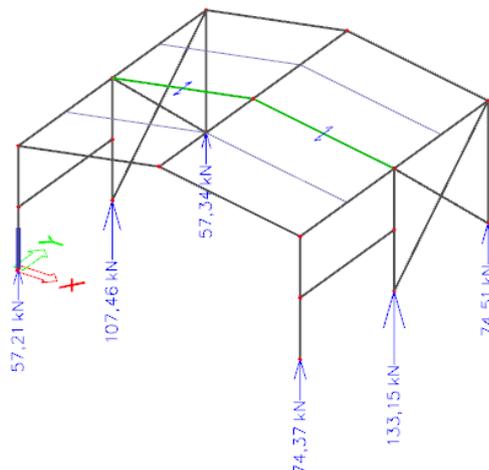


3. Les options dans la **Fenêtre des propriétés** sont configurées de la manière suivante :

- Le champ de sélection est mis sur **Tout**.
- Le Type de charges est mis sur **Combinaisons** et la Combinaison est **CO1 - ELU**.
- Les **Valeurs** demandées sont **Rz**.
- Le champ **Extrême** est mis sur **Maillage**.



4. L'action **Régénérer** est surlignée en rouge, ce qui veut dire que la fenêtre graphique doit être régénérée. Cliquez sur le bouton  derrière **Régénérer** pour afficher les résultats dans la fenêtre graphique en accordance avec les options choisies.



5. Pour afficher ces résultats dans un tableau, l'action **Aperçu** doit être utilisée. Cliquez sur  derrière **Aperçu** pour ouvrir l'Aperçu.

Réactions
 Valeur: R_z
 Calcul linéaire
 Combinaison: CO1
 Système: Global
 Extrême: Maillage
 Sélection: Tout

Nom	Cas	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	e _x [mm]	e _y [mm]
Sn1/N5	CO1/1	-10,68	0,11	32,23	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn1/N5	CO1/2	-41,72	0,15	74,37	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn2/N1	CO1/3	14,42	0,14	43,50	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn2/N1	CO1/1	10,68	0,11	32,23	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Remarque :

L'aperçu apparaît entre la Fenêtre Graphique et la Ligne de Commande. Cette fenêtre peut être agrandie pour afficher plus de données en même temps.

Afficher les efforts internes d'une barre

1. Dans le menu **Résultats**, ouvrez le groupe **Barres** et sélectionnez **Efforts Internes 1D**.
2. Les options dans la **Fenêtre des Propriétés** sont configurées de la façon suivante :

- Le champ de **Sélection** est mis sur **Actuel**.
- Le **Type de charges** est mis sur **Combinaisons** et la combinaison choisie est **CO1 - ELU**
- Les **Valeurs** à afficher sont celles du moment **M_y**.
- Le champ **Extrême** est modifié en **Global**.

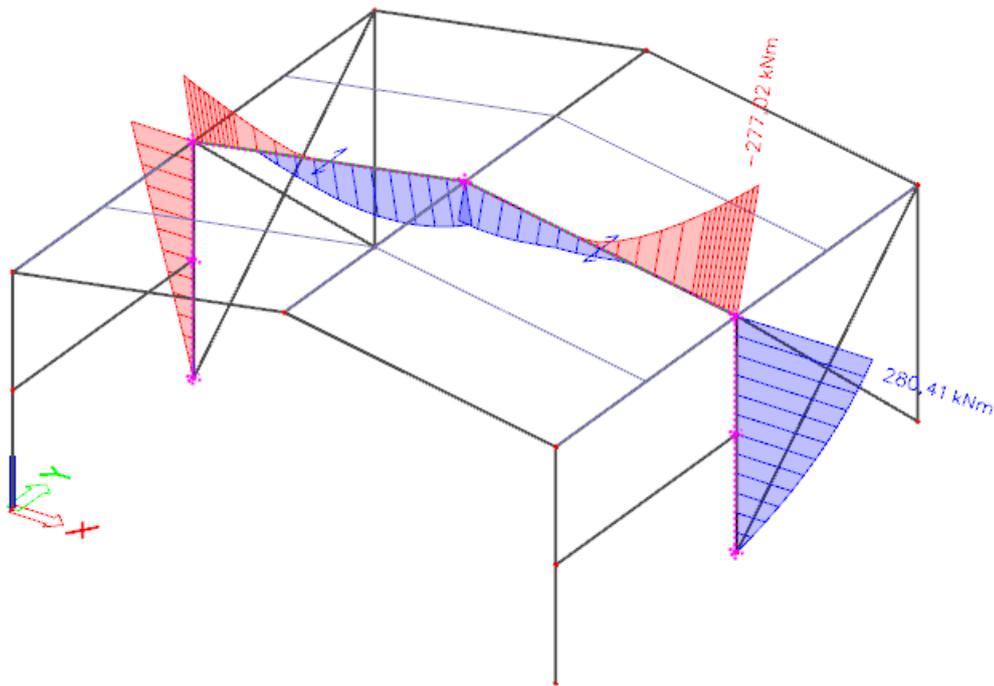
3. Sélectionnez les éléments **B3** et **B4** en utilisant le bouton gauche de la souris.
4. Cliquez sur le bouton **>>>** derrière **Régénérer** pour afficher les résultats dans la fenêtre graphique en accordance avec les options choisies.

Propriétés
 Efforts internes 1D (1)

Nom	Efforts internes 1D
Sélection	
Type de sélection	Actuelle
Filtre	Non
Résultats dans le...	Tout
Cas de résultat	
Type de charge	Combinaisons
Combinaison	CO1 - ELU
Extrême 1D	
Extrême 1D	Global
Valeur	M _y
Système de coord...	Principal

Actions

- Régénérer >>>
- Nouvelle combinaison à partir de la clef ... >>>
- Résultats en tableau >>>
- Aperçu >>>



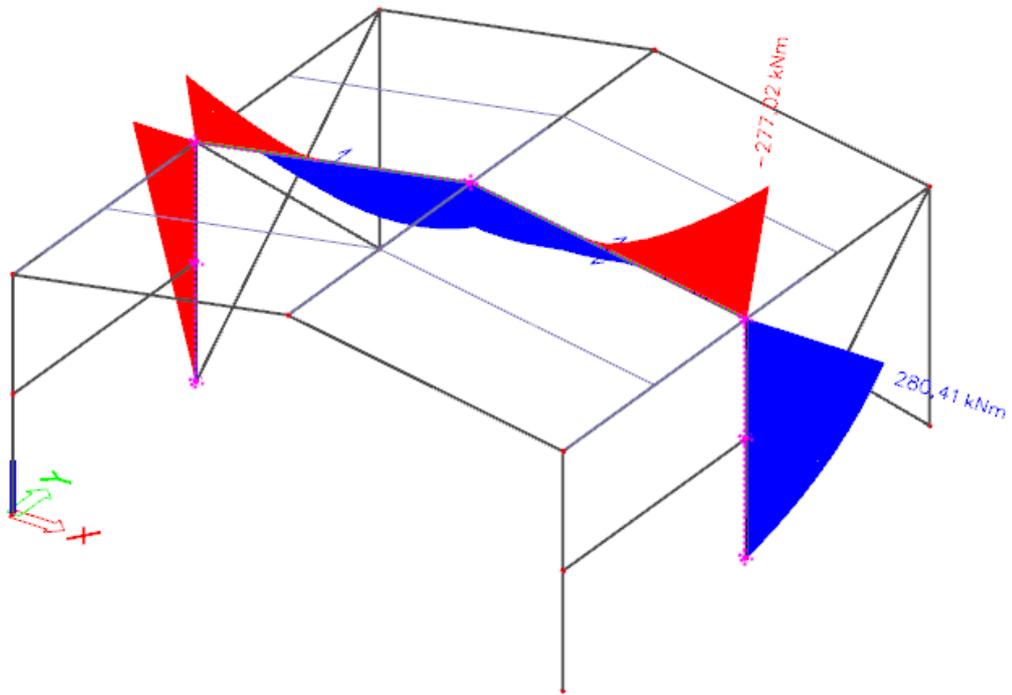
Pour modifier l'affichage des résultats, les configurations de la Fenêtre Graphique peuvent être adaptées comme écrit dans le chapitre suivant.

Configurer la fenêtre graphique

1. Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez **Configuration dessin 1D**. Les options pour la fenêtre graphique s'ouvrent.

Configuration dessin 1D	
Afficher le nom de la valeur	<input type="checkbox"/>
Afficher les valeurs	<input checked="" type="checkbox"/>
Afficher les unités	<input checked="" type="checkbox"/>
Afficher le cas	<input type="checkbox"/>
Afficher la section dx	<input type="checkbox"/>
Afficher la clef de combi	<input type="checkbox"/>
Schéma de couleurs	Défini par les résultats ▼
Type de graphique	Plein ▼
Dessin enveloppes	0 à extrême ▼
Couleur d'étiquette selon ty...	<input checked="" type="checkbox"/>
Plan de dessin	3D ▼
Orientation d'étiquette	Perpendiculaire à l'axe ▼

2. Dans **Type de graphique** choisissez Plein.
3. Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez sur le bouton  derrière **Régénérer** pour afficher les résultats dans la fenêtre graphique suivant les options choisies.



4. Cliquez ensuite sur **[Fermer]** pour quitter le **Menu Résultats**.
5. Appuyez sur **<ESC>** pour annuler la sélection.

Remarque :

*Pour modifier la police des résultats affichés, vous pouvez utiliser le menu **Configuration > Polices**. Dans ce menu, les différentes tailles des étiquettes affichées peuvent être modifiées.*

Code check

Les modules Acier de Scia Engineer comprennent un certain nombre d'outils puissants qui permettent d'effectuer les calculs acier conformément à la norme choisie.

Les possibilités en bref :

- Saisie de données « acier » avancées
- Saisie et modification simple des données de flambement
- Introduction de renforts, appuis pour le déversement, bardage...
- Contrôle unité des sections
- Optimisation des sections
- Contrôle de résistance au feu
- Introduction et calcul d'assemblages de portique
- Introduction et calcul d'assemblages de diagonales
- Génération automatique de plans d'ensemble
- Génération automatique de plans d'assemblage et de plans d'ancrage
- Contrôle de déformation relative
- Etc.

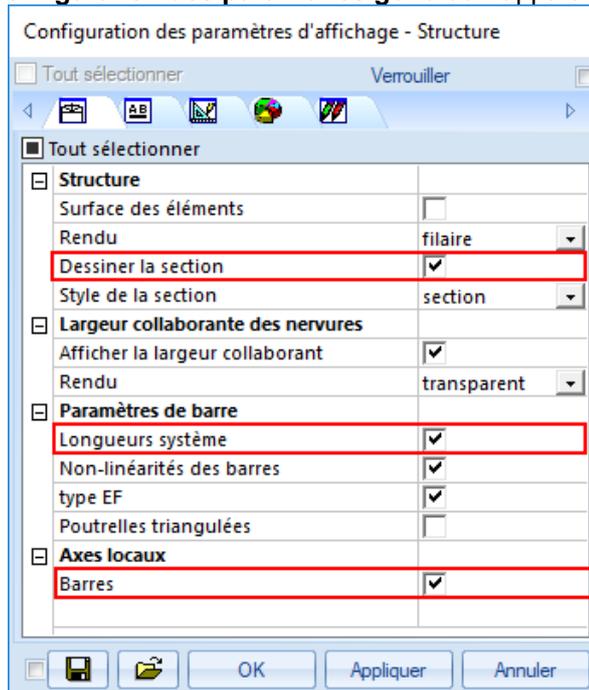
Dans ce tutoriel, nous allons seulement expliquer les bases du calcul de l'acier. Pour plus d'informations concernant les calculs avancés, nous nous référons à la Formation Acier Avancée.

Avant que les calculs d'acier ne puissent être démarrés, les paramètres de flambement des éléments doivent être vérifiés. A l'aide des paramètres de vue, les longueurs de flambement des éléments peuvent être visualisées.

Paramètres de flambement

Affichage des longueurs système

1. Sélectionnez avec le bouton gauche le poteau **B1**, le poteau de gauche du premier portique.
2. Cliquez sur le bouton droit de la souris sur une position arbitraire dans l'espace de travail. Un menu liste les possibilités pour l'entité sélectionnée.
3. Dans ce menu, sélectionnez l'option  Paramètres d'affichage pour la sélection . La fenêtre **Configuration des paramètres généraux** apparaît.

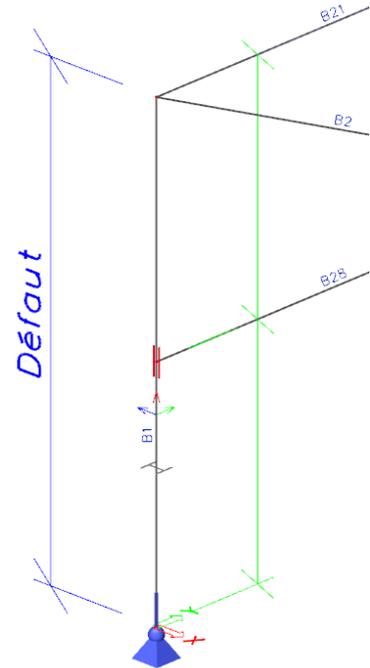


1. Activez les options **Longueurs système** et **Dessiner la section** pour afficher les longueurs de référence et la section de la barre.

2. Activez l'option **Axes locaux – Barres** pour afficher le système de coordonnées local de la barre.
3. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
4. Appuyez sur **<ESC>** pour annuler la sélection.

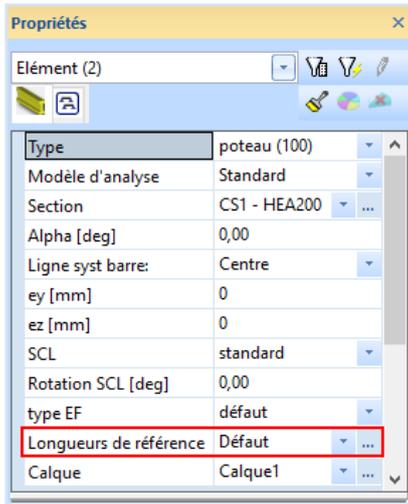
La figure montre que la longueur système L_y (ligne bleue) pour le flambement autour de l'axe fort (y-y) vaut 5m c'est-à-dire la hauteur totale du poteau, et que L_z pour le flambement autour de l'axe faible (z-z) vaut 2,5m c'est-à-dire la moitié de la hauteur du poteau. La poutre au milieu du poteau supporte donc le poteau pour le flambement autour de l'axe faible, c'est-à-dire pour la flexion dans la direction Y.

Pour modifier les données de flambement d'une barre, utilisez l'option **Flambement et longueurs relatives** dans la **Fenêtre des Propriétés** de la barre sélectionnée.

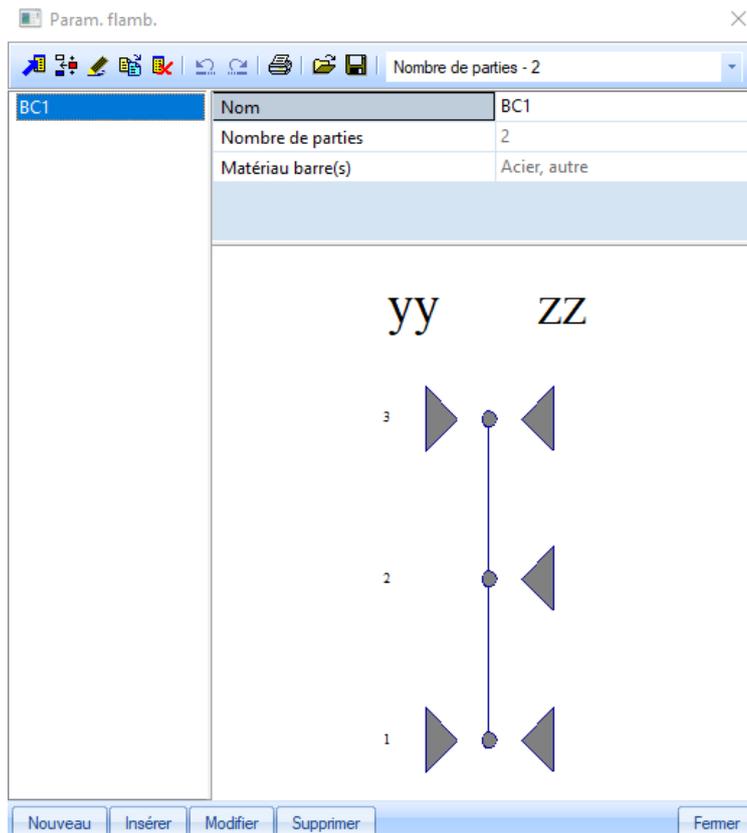


Configurer les paramètres de flambement

1. Sélectionnez les deux poteaux du premier portique avec le bouton gauche de la souris.
2. La **Fenêtre des propriétés** montre les propriétés communes des deux entités. Les **Longueurs de référence** sont mises sur **Défaut**.



3. Cliquez sur l'icône **...** derrière **Longueurs de référence**. La fenêtre **Paramètres de flambement** apparaît.



Cette fenêtre montre qu'au milieu, le poteau est supporté pour le flambement autour de l'axe faible (zz) et que le poteau n'est pas supporté au milieu pour le flambement autour de l'axe fort (yy)– le triangle gris est manquant du côté gauche.

4. Cliquez sur **[Editer]** pour modifier les données de flambement. La fenêtre **Flambement et longueurs de référence** apparaît.

Flambement et longueurs relatives.

5. Dans l'onglet **Paramètres de base**, plusieurs données peuvent être modifiées.

- Le champ **Nom** contient le nom du paramètre de flambement, dans ce cas **BC1**.
- **Coeff. ky** et **Coeff. kz** : dans ces champs, vous pouvez indiquer que le programme doit calculer le coefficient de flambement autour de l'axe considéré ou vous pouvez saisir manuellement la valeur de ce coefficient. Une troisième option permet une saisie manuelle de la longueur de flambement.
- **Nœuds dép. yy** et **Nœuds dép. zz** : dans ces champs, vous pouvez indiquer si la barre est contreventée ou non dans la direction considérée. Lorsque vous choisissez l'option **Selon Acier > Barres > Configuration**, les configurations par défaut sont utilisées.

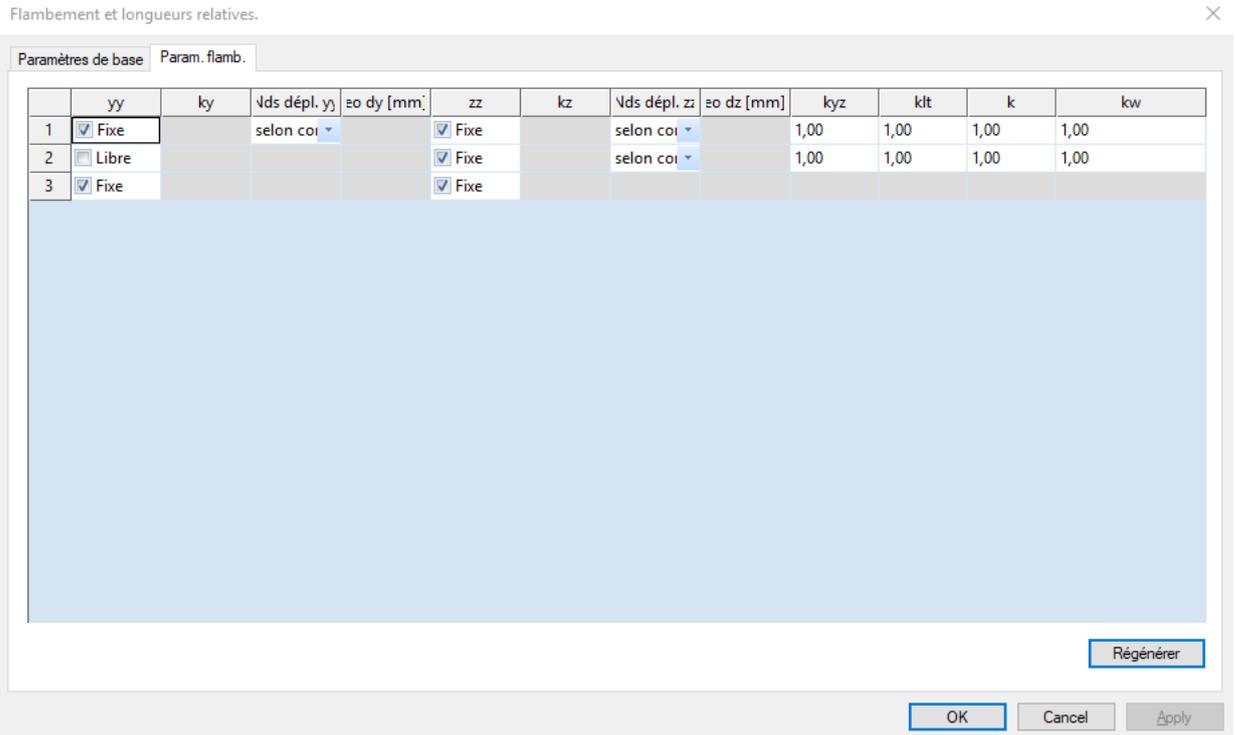
Remarque :

*Les configurations pas défaut pour les paramètres de flambement sont affichés sous **Acier > Barres > Configuration Acier**. Pour un calcul acier, la structure est par défaut non contreventée pour le flambement autour de l'axe fort et contreventée pour le flambement autour de l'axe faible. Autrement dit : un portique est non contreventé dans le plan et contreventé en dehors du plan, prenant en compte la présence de contreventements hors plan.*

- **Relations pour les systèmes de flambement** : dans ces champs, vous pouvez définir la longueur système qui sera utilisée pour, parmi d'autres choses, le flambement torsionnel et le déversement.
 - **Relations pour les systèmes de déformations relatives** : dans ces champs, vous pouvez définir la longueur système à utiliser pour les déformations relatives (vérification ELS).
6. Dans l'onglet **Param. Flamb.**, vous pouvez modifier les paramètres en détail. Le poteau est constitué de deux parties, 3 positions sont donc disponibles : (1) au début, (2) au milieu au niveau de la poutre horizontale et (3) à la fin, sur les poutres de toiture.

Par exemple, en modifiant l'option **Libre** sur la position (2) pour yy en **Fixe**, le flambement du poteau au milieu autour de l'axe fort serait influencé aussi. Cela voudrait dire que la longueur

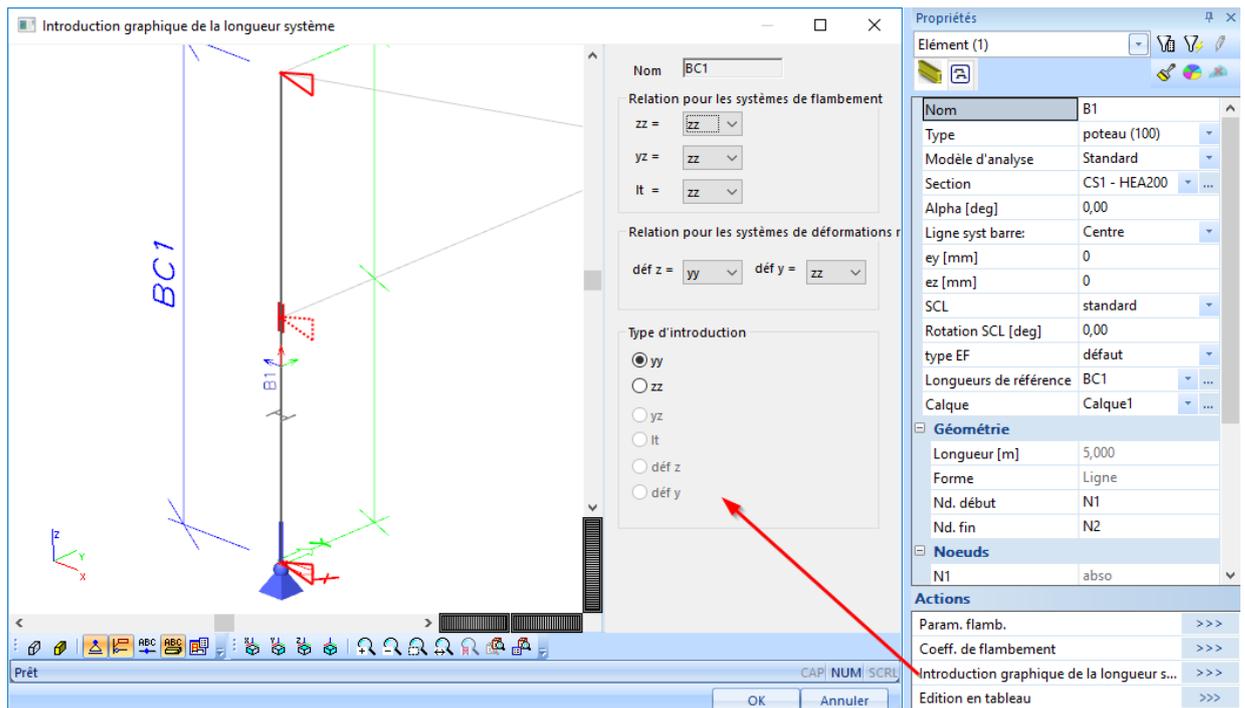
système autour de ces axes deviendrait également la moitié de la longueur totale (= 2,5m).
 Pour ce Tutoriel, les options par défaut sont gardées.



7. Cliquez sur **[OK]** pour fermer cette fenêtre.
8. La fenêtre **Param. Flamb** réapparaît. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer cette fenêtre.
9. La **Fenêtre des propriétés** indique que le paramètre de flambement **BC1** est utilisé pour les poteaux du premier portique.
10. Appuyez sur **<ESC>** pour annuler la sélection.

Remarque :

*Vous pouvez vérifier le paramètre du système de flambement grâce au bouton **Introduction graphique de la longueur de flambement**. Ici vous pouvez aussi modifier les nœuds libres en nœuds fixes (en cliquant sur le triangle rouge approprié) ou inversement, ou changer les relations entre les systèmes de flambement.*



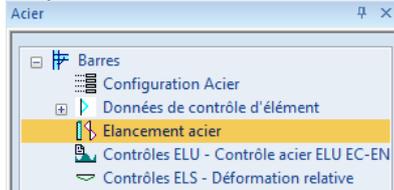
Lorsque les paramètres de flambement sont choisis, vous pouvez continuer avec le contrôle béton. Avant de procéder, désactivez les **Longueurs système** et la représentation des **Axes locaux** à l'aide du raccourci **Paramètres d'affichage pour tout le modèle** .

Contrôle Acier

Cliquez sur  **Steel** dans la **Fenêtre principale** pour ouvrir le **Menu Acier**.

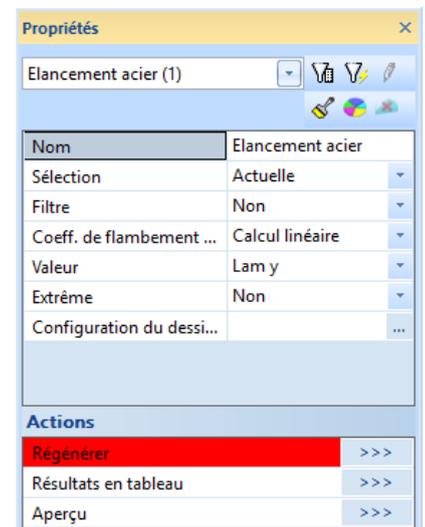
Afficher l'élancement et les longueurs de flambement

1. Cliquez sur l'icône **Elancement acier** dans le menu **Acier**.

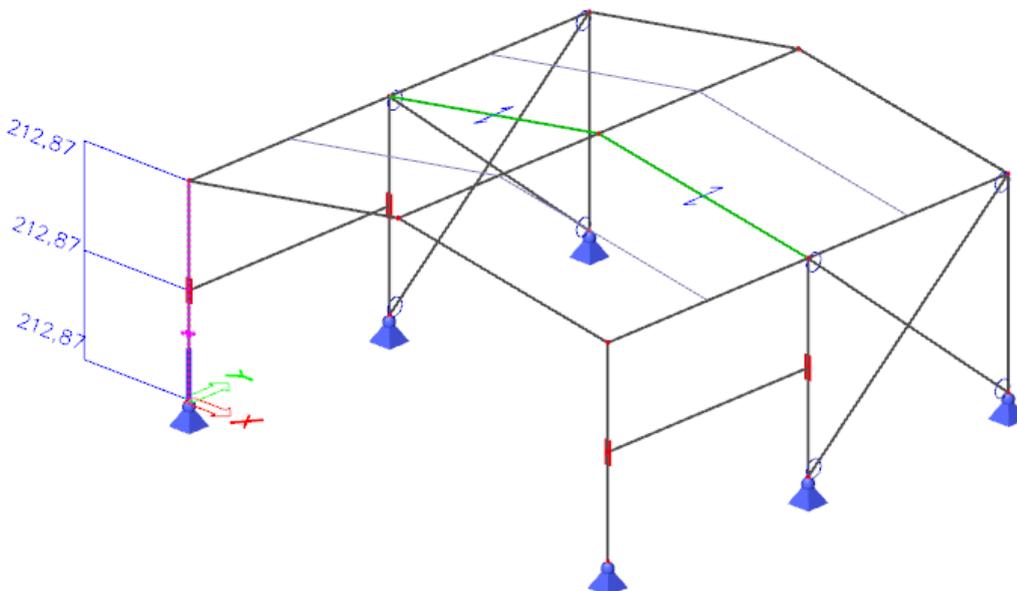


2. Si cette option n'est pas disponible, vous devez redémarrer le calcul en utilisant l'icône **Calcul caché**  dans la barre d'outils **Projet**.

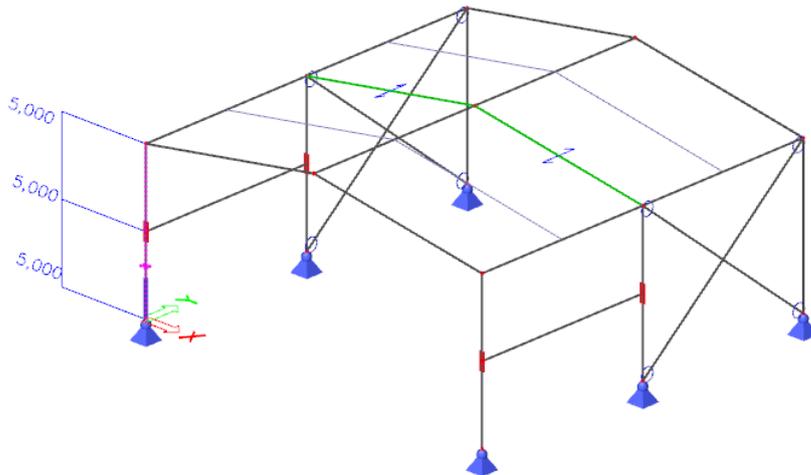
3. Les options dans la **Fenêtre des propriétés** sont configurées de la manière suivante :
 - Le champ de **Sélection** est mis sur **Actuelle**.
 - Les **Valeurs** sont affichées pour **Lam y** : l'élancement autour de l'axe yy.
 - Le champ **Extrême** est modifié en **Non**.



4. Sélectionnez le poteau **B1**, le poteau gauche du premier portique puis cliquez sur le bouton régénérer  dans **Actions**.

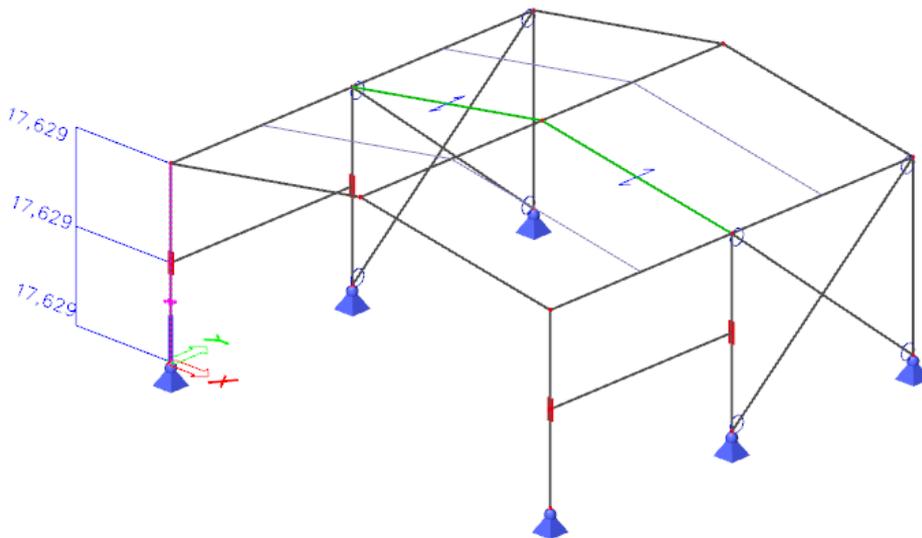


- Changez le champ **Valeurs en Ly** pour afficher la longueur de référence pour le flambement autour de l'axe fort. Cliquez sur le bouton régénérer dans **Actions**.



Comme déjà indiqué dans les paramètres de flambement, la longueur de référence est 5m.

- Modifiez le champ des **Valeurs en ly** pour afficher la longueur de flambement pour le flambement autour de l'axe fort.
- Cliquez sur le bouton régénérer dans **Actions**.

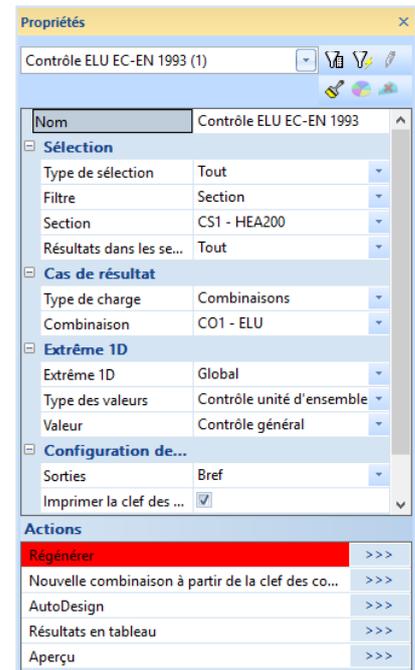


La longueur de flambement est déterminée comme longueur de référence **Ly** multipliées par le coefficient de flambement **ky**.

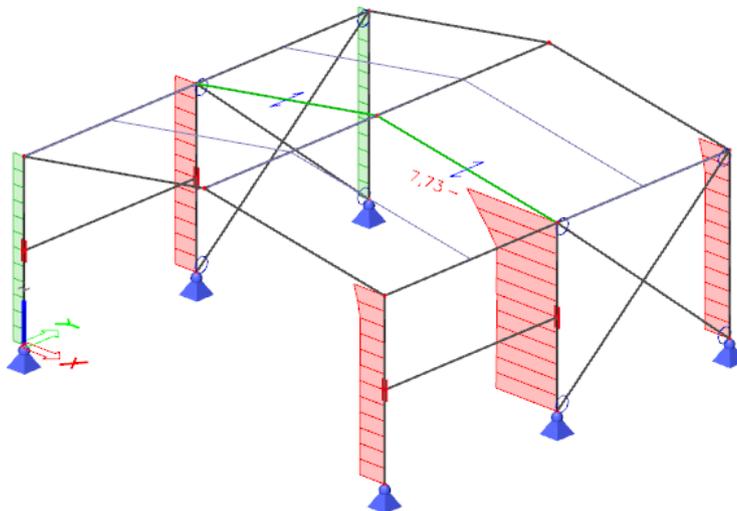
Une fois que la détermination par défaut de la longueur de flambement a été utilisée, nous vous recommandons toujours de vérifier l'élanement final grâce aux étapes décrites ci-après. Vous pouvez maintenant faire le contrôle acier des poteaux. Un contrôle unité est effectué selon la norme. Le contrôle unité inclut le contrôle en capacité ainsi que le contrôle de stabilité.

Contrôle acier - ELU

1. Cliquez sur  **Contrôles ELU - Contrôle acier ELU EC-EN 1993** dans le menu **Acier**.
2. Les options dans la **Fenêtre des propriétés** sont configurées de la manière suivante :
 - Le champ de **Sélection** est mis sur **Tout**.
 - Le **Type de charge** est mis sur **Combinaisons** et la combinaison choisie est **CO1 - ELU**.
 - Le **Filtre** est changé en **Section**.
 - Pour le **Profil**, choisissez **CS1 - HEA200** pour vous assurer que seuls les résultats pour les poteaux sont affichés.
 - Pour les **Valeurs**, choisissez un **Contrôle général**.
 - Le champ **Extrême** est changé en **Global**.

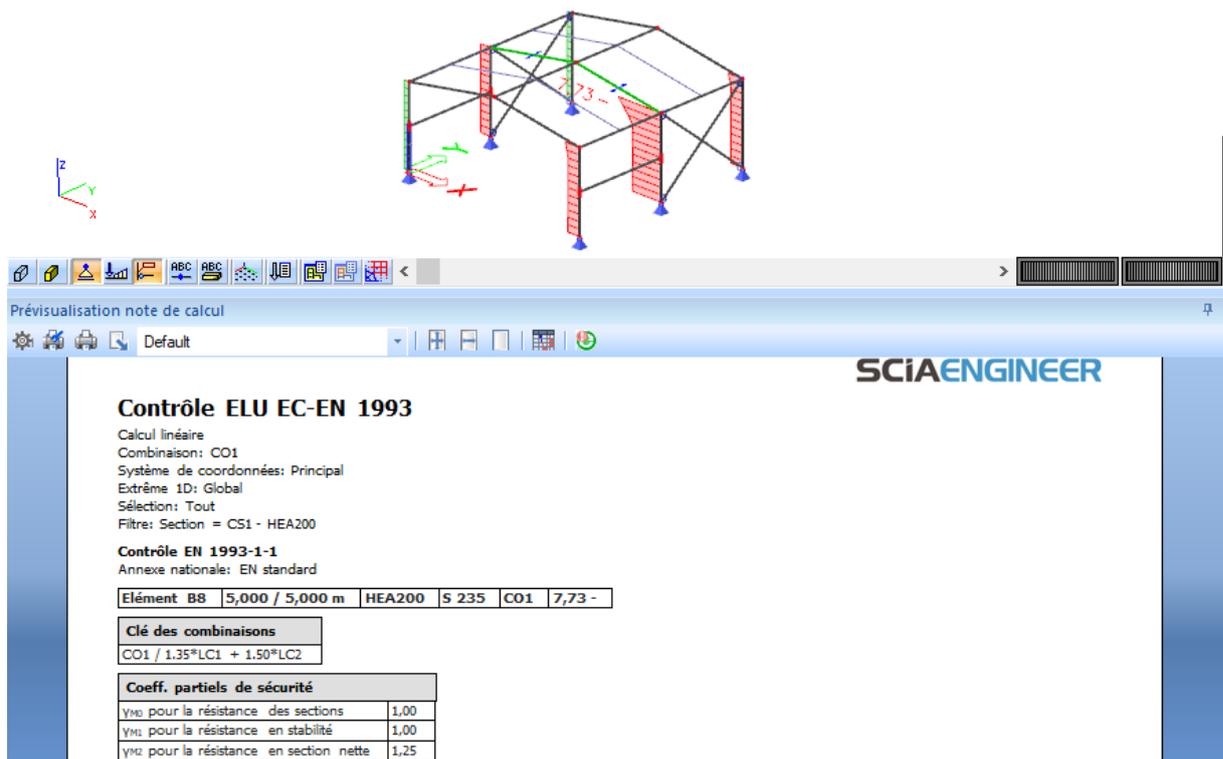


3. Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez sur le bouton **Régénérer**  pour afficher les résultats dans la fenêtre graphique suivant les options sélectionnées.



La fenêtre graphique montre que le contrôle unité maximum est obtenu pour l'un des poteaux. Pour comprendre la cause du problème, vous pouvez ouvrir l'**Aperçu** avec une représentation détaillée du contrôle acier. Vous pouvez trouver toutes les données saisies, les résistances calculées, les formules utilisées et les avertissements dans la sortie **Détaillé** qui contient en général quelques pages.

4. Avant d'ouvrir l'aperçu, choisissez l'option **Détaillé** pour la **Sortie** dans la **Fenêtre des propriétés**. Cliquez sur l'icône  derrière **Aperçu** pour ouvrir l'**Aperçu**.



Contrôle acier

Ce rapport permet de voir que le poteau ne se conforme pas au **Contrôle combiné flexion, effort normal et effort tranchant** selon l'article EN 1993-1-1 : 6.2.9.1 et la formule de l'EN 1993-1-1 : (6.41), une section avec une plus grande inertie est nécessaire. Ci-dessous se trouve une partie du contrôle complet pour l'élément B8 :

Contrôle combiné flexion, effort normal et effort tranchant

Selon EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 et formule (6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	100,85	kNm
α	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	47,88	kNm
β	1,00	

Contrôle unité (6.41) = $7,73 + 0,00 = \mathbf{7,73 -}$

Note: Les efforts tranchants sont inférieurs à la moitié de la résistance plastique à l'effort tranchant. Par conséquent, leur influence sur les moments résistants est négligée.

Note: Puisque l'effort normal satisfait les deux critères (6.33) et (6.34) de l'EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) son effet sur le moment résistant selon l'axe y-y est négligé.

Note: Puisque l'effort normal satisfait le critère (6.35) de l'EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) son effet sur le moment résistant selon l'axe z-z est négligé.

L'élément ne satisfait PAS le contrôle en section !

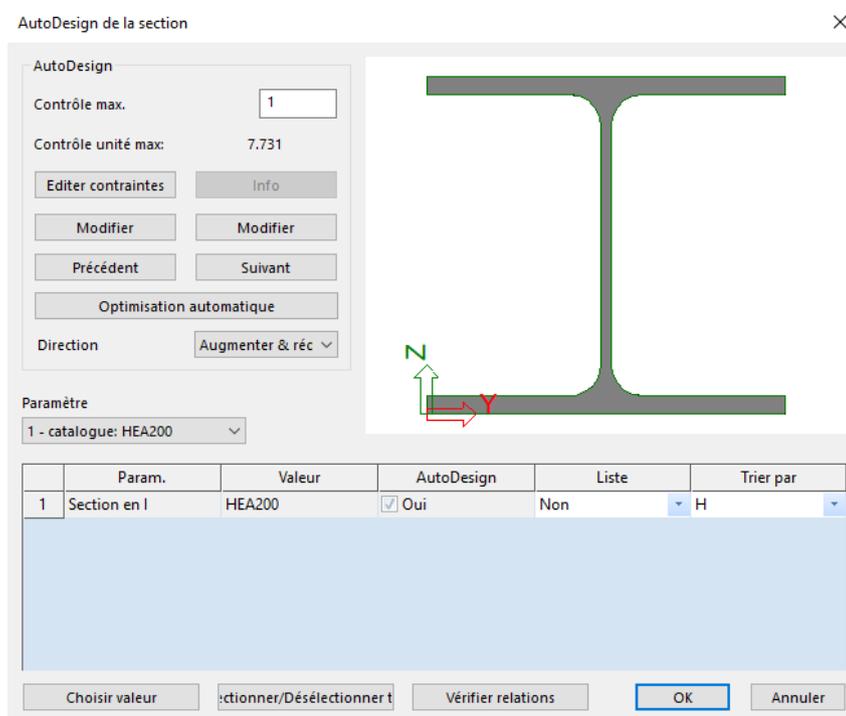
SCIA Engineer permet de faire une optimisation simple de la section acier. Le programme va automatiquement proposer une section qui est conforme au contrôle unité...

Optimisation de la section d'acier

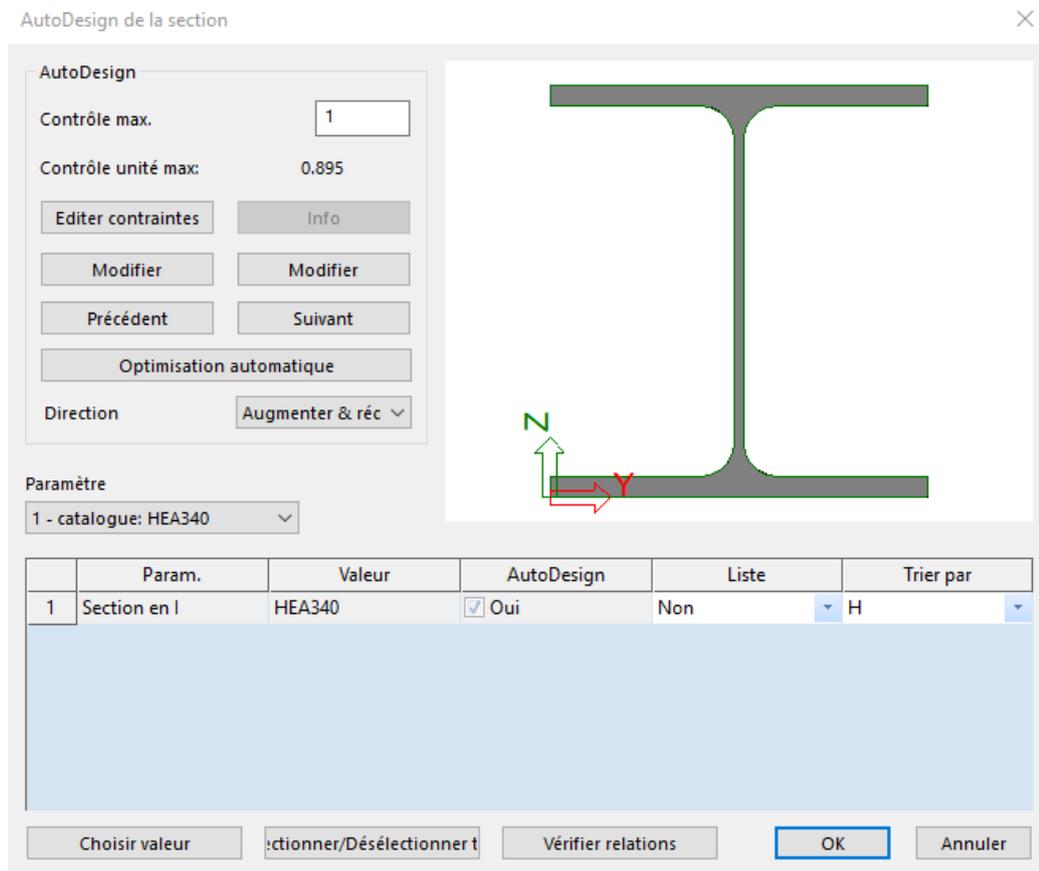
1. Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez sur l'icône **AutoDesign** . Les configurations de la **Fenêtre des propriétés** sont maintenues, de telle sorte que le HEA200 puisse être optimisé.

*Remarque : L'optimisation de l'acier se fait grâce à la section transversale, pas grâce à l'élément en entier. Par conséquent, une fois l'élément optimisé, tous les profils ayant cette même section seront modifié par la nouvelle section, même s'ils satisfaisaient déjà le contrôle unité. L'utilisation du bouton **AutoDesign** est donc clairement conditionné par la filtration préalable des sections prises en comptes. D'autre part, le logiciel vérifie que la valeur du contrôle unité est inférieure à 1, si la section est surdimensionnée, le logiciel ne cherchera pas une autre section plus économique et répondant également au contrôle unité.*

La fenêtre **AutoDesign de la section** apparaît comme suit :



2. Cette fenêtre affiche encore une fois le contrôle unité maximum pour le CS1 - HEA200 qui vaut **7,731**. Juste au-dessus de cette valeur se trouve la valeur du contrôle unité que l'on choisit de ne pas dépasser, ici 1.
3. Cliquez sur le bouton **Optimisation Automatique**. Le programme va chercher dans la bibliothèque des sections, un profil qui est conforme ai contrôle unité.



La section HEA340 passe le contrôle : le contrôle unité maximum est de **0,895**

- Confirmez l'optimisation par le bouton **[OK]**.

Remarque :

Après une optimisation, le projet doit être recalculé. La section modifiée modifie le poids propre de la structure ainsi que la rigidité globale, ce qui va résulter en une distribution différente des efforts. Ceci veut spécifiquement dire que, après l'optimisation et le recalcul de la structure, le profil concerné peut se révéler finalement insuffisant. Dans ce cas, vous devez réexécuter l'optimisation pour pouvoir trouver une solution de manière itérative.

- Pour pouvoir redémarrer le calcul rapidement après une optimisation, utilisez l'option de calcul caché. Cliquez sur l'icône de Calcul Caché  dans la barre d'outils Projet.
- Cliquez sur **[Fermer]** pour quitter le **Menu Acier**.

L'entièreté de la structure peut être optimisée en répétant les étapes précédentes pour les diverses section transversales (CS2, CS3, ...). Toutefois, répéter la procédure itérative pour chacun des éléments de cette structure n'est pas le but de ce tutoriel.

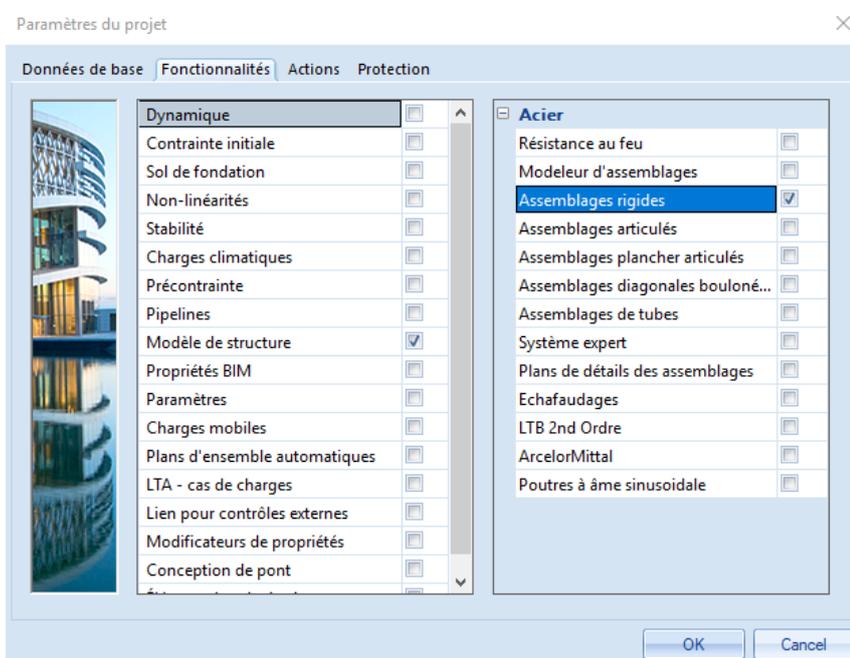
Assemblages acier

Les assemblages dans SCIA Engineer peuvent être détaillés d'une façon avancée. Les portiques rigides et articulés peuvent tout deux être modélisés, tout comme des assemblages boulonnés de la diagonale ou des assemblages de treillis.

Dans ce tutorial, un assemblage rigide va être inséré entre un poteau et une poutre de portique en guise d'exemple.

Activer la saisie d'assemblages

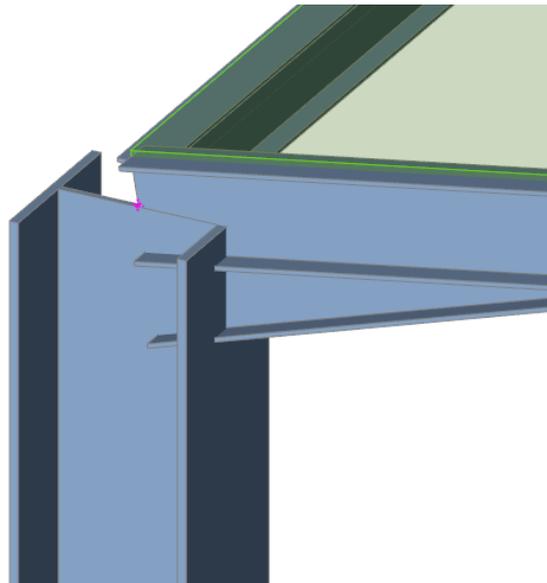
1. Pour obtenir l'accès aux assemblages métalliques, la fonction appropriée doit avant tout être activée dans les fonctionnalités. Cliquez sur **Projet** dans l'**arborescence principale** pour ouvrir les données du projet puis aller dans l'onglet **Fonctionnalités**.
2. Dans la partie Acier, cocher la fonctionnalité **Assemblages rigides**. La fonctionnalité **Modèle de structure** est automatiquement activée car elle est nécessaire pour la définition des assemblages.



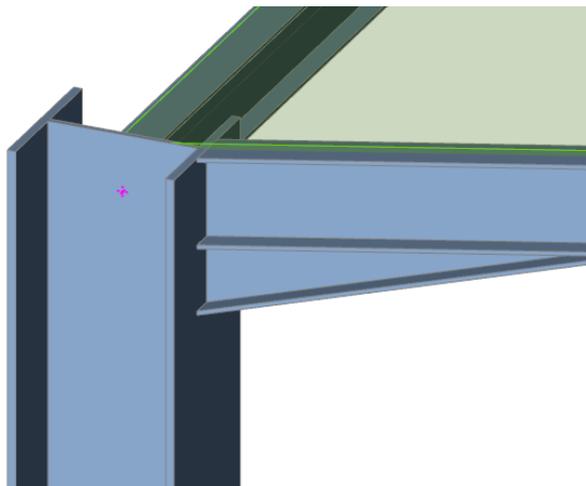
3. Confirmez votre choix en appuyant sur **[OK]**.

Afficher le modèle de structure

1. Zoomez sur le nœud **N2**, le nœud qui connecte le poteau **B1** et la poutre de portique **B2**.
2. Dans la **Ligne de commande**, appuyez sur l'icône pour **Montrer les surfaces** et sur l'icône pour le **Rendu de la géométrie**. Le programme affiche le modèle de calcul comme ceci :



3. Dans ce modèle d'analyse, les barres arrivent au même nœud N2, mais en pratique, la poutre est coupée au bord du poteau ou inversement. Dans SCIA Engineer, vous pouvez indiquer ceci grâce au modèle structurel.
4. Activez le modèle structurel en cliquant sur vue → Régler les paramètres d'affichage → **Générer le modèle de structure** .



Le modèle structurel montre la structure comme elle sera réalisée en pratique. Sur ce modèle vous pouvez désormais introduire les assemblages car les positions sont maintenant clairement définies.

Remarque :

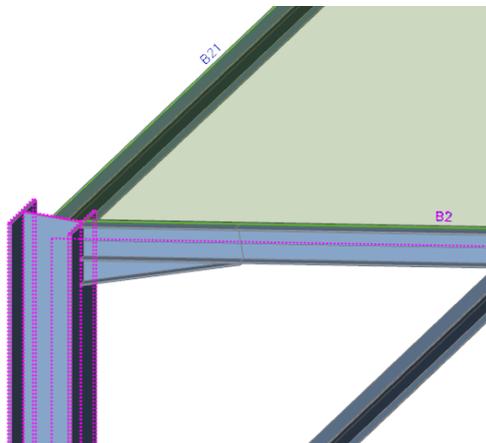
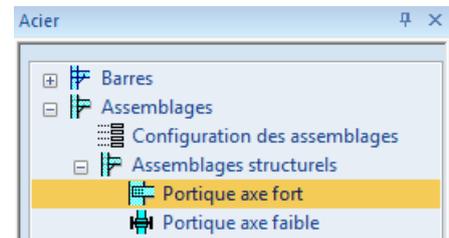
Le modèle structurel utilise les priorités des membres 1D. L'élément ayant la priorité la plus élevée est dominant sur un élément avec une priorité plus faible. Par défaut, un élément du type Poteau a une priorité (100) plus importante qu'un élément du type poutre (80). Par conséquent, la poutre est coupée au bord du poteau et le poteau est légèrement étendu pour être aligné avec le bord supérieur de la poutre.

*Les priorités peuvent être modifiées dans **Configurations > Types de barre > Types structurels**.*

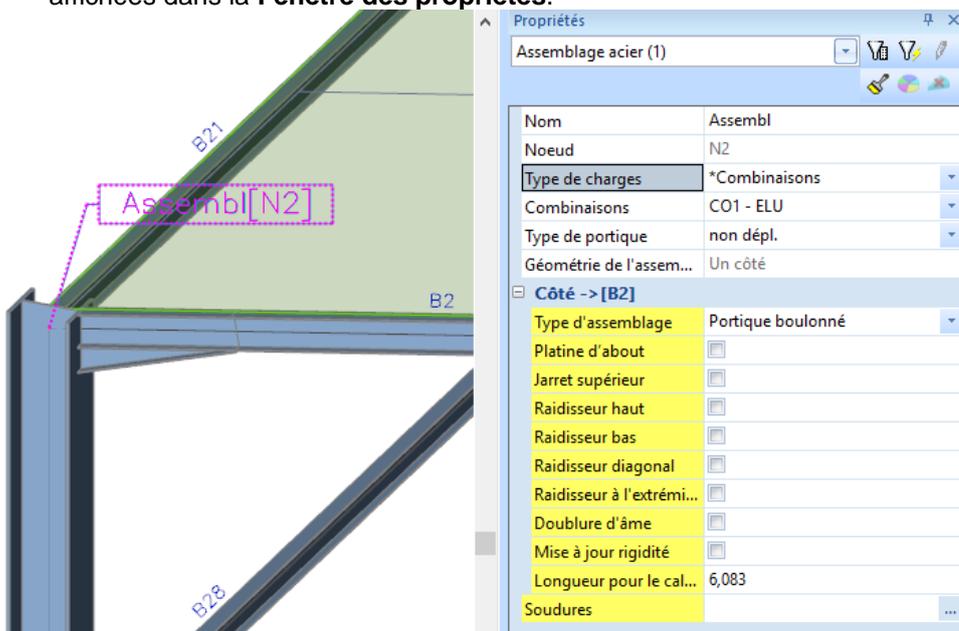
Les assemblages métalliques sont toujours basés sur le modèle structurel. Si le poteau continue, un assemblage avec une plaque au bout de la poutre sera obtenu ; si à l'inverse la poutre est continue, une plaque sera mise au bout du poteau.

Introduire un assemblage acier

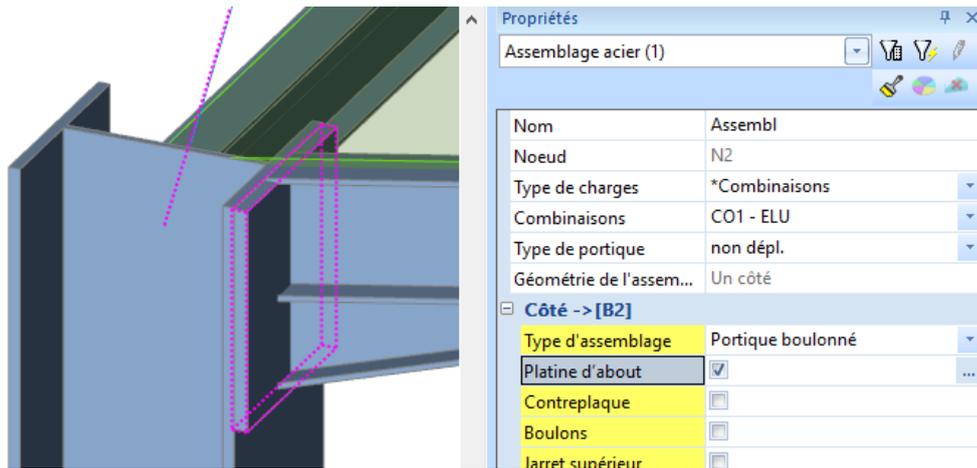
1. Cliquez sur  **Acier** dans la **Fenêtre principale** pour ouvrir le **Menu Acier**.
2. Cliquez sur **Assemblages > Assemblages structurels > Portique axe fort** pour introduire un nouvel assemblage rigide.
3. Le programme demande une intersection, sélectionnez le nœud **N2**.
4. Indiquez maintenant les barres entre lesquelles l'assemblage doit être défini. Le programme sélectionne automatiquement toutes les barres qui arrivent sur le nœud **N2**. Comme l'assemblage doit être inséré entre le poteau et la poutre, désélectionnez la poutre **B21**. Appuyez sur la touche **CTRL** et cliquez sur la poutre avec le bouton gauche de la souris pour désélectionner cette poutre.



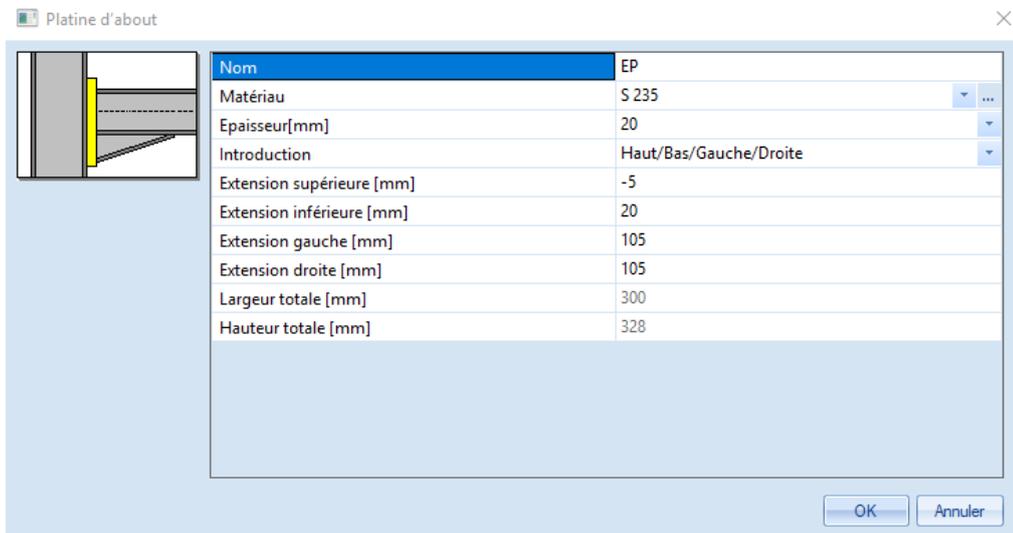
5. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la sélection. L'assemblage est inséré et les propriétés sont affichées dans la **Fenêtre des propriétés**.



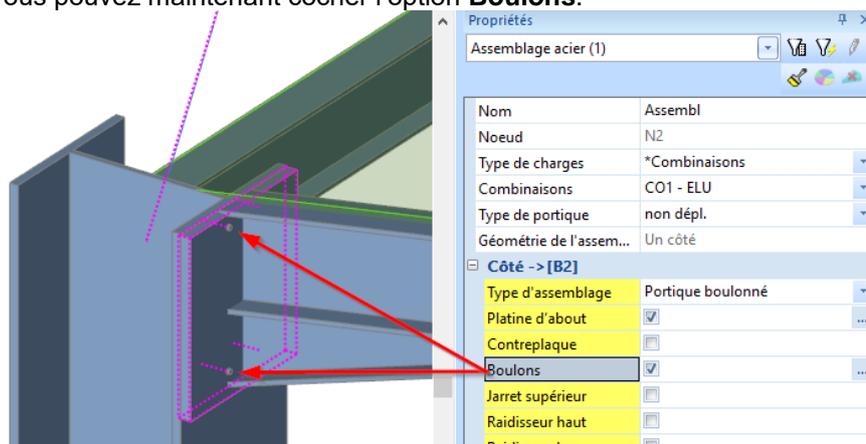
6. Désormais, les composants de l'assemblages peuvent être entrés. Cochez la case **Platine d'about**. La platine d'about est immédiatement placée sur l'affichage graphique.



7. Pour modifier les propriétés de la platine, cliquez sur l'icône  dans la **Fenêtre des propriétés**. Les propriétés de ce composant sont affichées et peuvent être modifiées, si nécessaire.



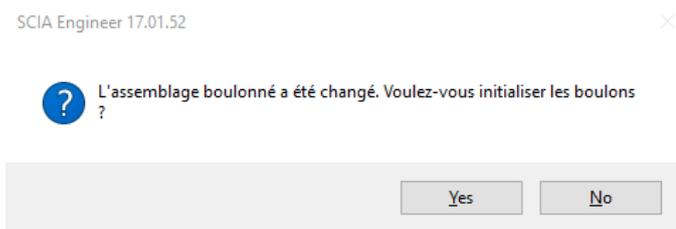
8. Cliquez sur **[OK]** pour fermer la fenêtre.
9. Vous pouvez maintenant cocher l'option **Boulons**.



Les boulons sont automatiquement affichés dans la fenêtre graphique.

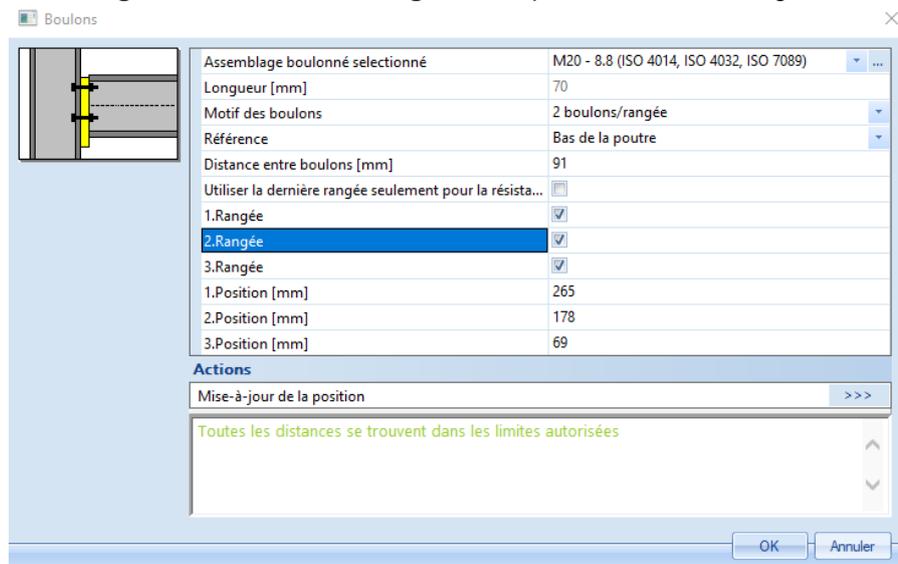
10. Pour modifier les propriétés des boulons, cliquez sur l'icône  derrière l'option **Boulons** dans la **Fenêtre des propriétés**.

11. Pour la **Position de boulon sélectionnée**, un **M20 – 8.8** est choisi. Une fenêtre vous informe que la position du boulon a été modifiée.

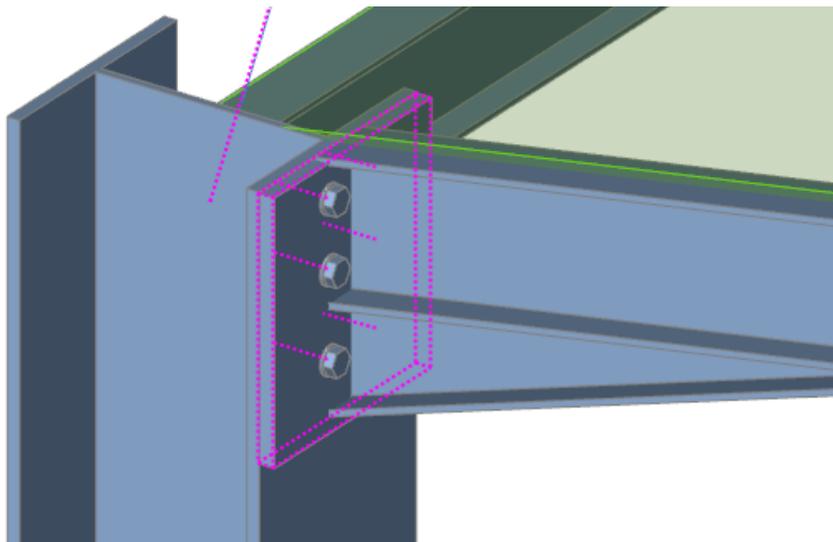


Cliquez sur **Oui** : les positions de boulon, distance intermédiaires, distances au bord... sont automatiquement adaptés au nouveau type de boulon.

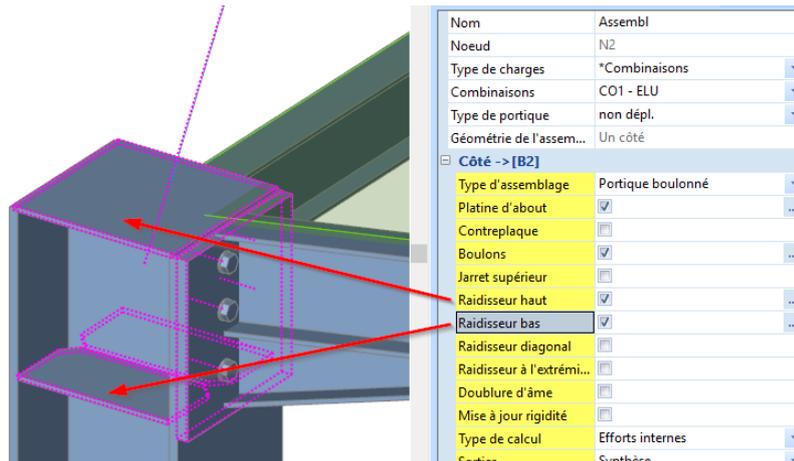
12. La fenêtre montre en plus que deux rangées de boulons sont actives : la **1^{ère} Rangée** et la **3^{ème} Rangée**. Cochez la **2^{nde} Rangée** aussi pour insérer une rangée additionnelle de boulons.



13. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer votre saisie. Les boulons sont affichés dans la fenêtre graphique.



14. Pour compléter l'assemblage, cochez les options **Raidisseur Haut** et **Raidisseur bas**.

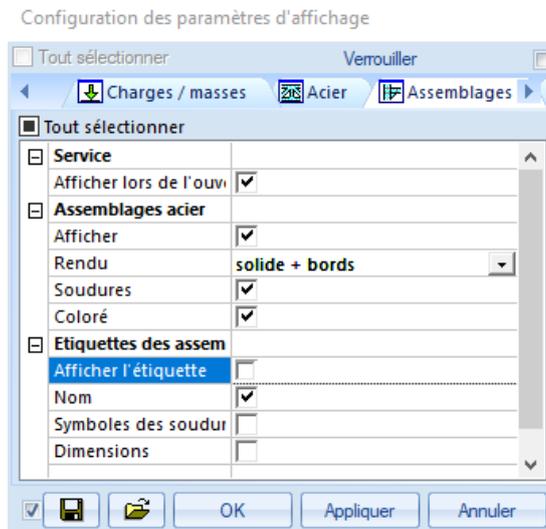


L'assemblage est affiché avec la même couleur que le modèle. Pour modifier cette vue, utilisez le menu **Paramètres d'affichage généraux**.

15. Cliquez sur le bouton droit de la souris sur un emplacement arbitraire dans l'espace de travail. Le menu affiche la liste des possibilités disponibles pour l'élément sélectionné.

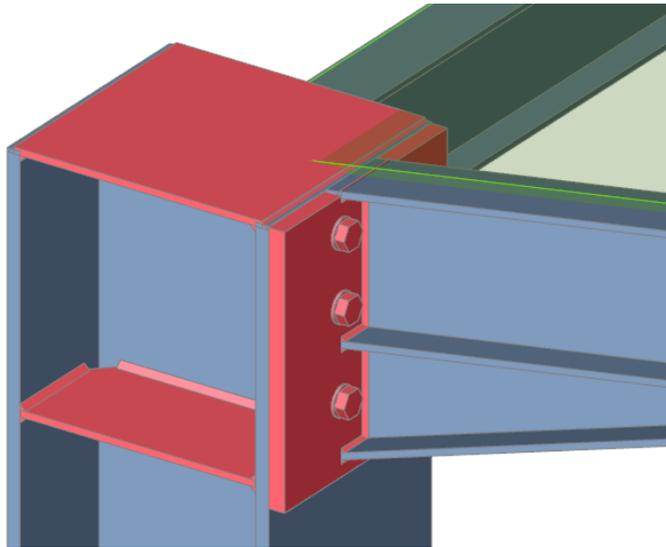
16. Dans ce menu, sélectionnez l'option  **Paramètres d'affichage généraux**. La fenêtre des **Paramètres d'affichage généraux** apparaît.

17. Dans ce menu, cochez les options **Soudures** et **Coloré**. Vous pouvez aussi décocher la case **Afficher l'étiquette**.



Fermez ce menu en cliquant sur **[OK]**.

18. Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez sur l'icône  derrière **Régénérer** pour régénérer la saisie dans la fenêtre graphique. L'assemblage est affiché en rendu :



L'assemblage est maintenant complètement modélisé. Vous pouvez ouvrir le menu résultat.

Contrôle de l'assemblage

- Sélectionnez l'assemblage à l'aide de votre souris, puis configurez la fenêtre **Propriétés** comme suit :
 - Le **Type de charges** est **Combinaisons** et nous choisissons la combinaison **CO1 - ELU**.
 - Pour le **Type de portique**, choisissez **non dépl.**
 - La **Sortie** est mise sur **Synthèse**.
- Dans la **Fenêtre des propriétés**, cliquez sur le bouton **Aperçu**  pour afficher les résultats dans la fenêtre de **Prévisualisation note de calcul**.

Assemblage acier

Nom	Assembl
Noeud	N2
Type d'assemblage	Portique boulonné
Géométrie de l'assemblage	Un côté
Type de calcul	Efforts internes
Cc/Combi	CO1

Analyse d'assemblage (résumé): Côté[B2]
Efforts internes

NEd	-15.18	kN
Vz,Ed	39.13	kN
My,Ed	-74.96	kNm
Vv,Ed	0.11	kN
Mz,Ed	-0.28	kNm

...:CALCUL AUTOUR DE L'AXE FORT...
Résistances de calcul

M _y ,y,Rd	42.52	kNm
N _y ,Rd	163.12	kN
V _z ,Rd	168.09	kN

Parties limitées

En traction	Ale du poteau en flexion (Ft,fc,Rd)
En compression	Ame du poteau en cisaillement

Rigidité

S _{ini}	24.3586	MNm/rad
S _i	8.1543	MNm/rad

Classification

Classification	Système rigide
Contrôle de la rigidité	OK

...:CALCUL AUTOUR DE L'AXE FAIBLE...
Résistances de calcul

M _y ,z,Rd	14.93	kNm
----------------------	-------	-----

The 'Propriétés' window on the right shows the following settings:

- Nom: Assembl
- Noeud: N2
- Type de charges: Combinaisons
- Combinaisons: CO1 - ELU
- Type de portique: non dépl.
- Géométrie de l'assemblage: Un côté
- Côté -> [B2]
- Type d'assemblage: Portique boulonné
- Platine d'about:
- Contreplaqué:
- Boulons:
- Jarret supérieur:
- Raidisseur haut:
- Raidisseur bas:
- Raidisseur diagonal:
- Raidisseur à l'extrémité:
- Doublure d'âme:
- Mise à jour rigidité:
- Type de calcul: Efforts internes
- Sorties: Synthèse
- Longueur pour le calcul: 6,083
- Raidisseurs:
 - Entre rangées de bou...:
 - Entre rangées de bou...:
- Soudures:

The 'Actions' window at the bottom right shows the 'Aperçu' button highlighted with a red arrow.

Les sorties montrent les efforts internes, la résistance de calcul, les résultats du contrôle unité et le diagramme moment-rotation. La partie la plus importante des sorties montre que cet assemblage ne satisfait pas au contrôle unité, nous devons par conséquent changer la configuration de l'assemblage.

...:RÉSULTATS:...

Contrôles unité

My,Ed/Mj,y,Rd	1.76
Mz,Ed/Mj,z,Rd	0.02
NEd/Mj,Rd	0.09
Vz,Ed/Vz,Rd	0.23
Vy,Ed/Vy,Rd	0.00
Vz,Ed/Vz,Rd + Vy,Ed/Vy,Rd	0.23
My,Ed/Mj,y,Rd + Mz,Ed/Mj,z,Rd	1.78

Dans ce cas, la partie limite est l'aile du poteau en flexion (Ft,fc,Rd). L'utilisateur doit changer la section transversale utilisée pour le poteau car l'aile du poteau ne peut pas reprendre le moment dans le cas de cet assemblage.

3. Appuyez sur **[Fermer]** en bas du **Menu Acier** pour retourner dans la **Fenêtre principale**.

Remarques :

Les sorties détaillées avec toutes les précisions les calculs intermédiaires peuvent être affichée si nécessaire. Il contient de nombreuses pages A4 juste pour un assemblage afin de permettre une vérification à la main.

Les assemblages sont des données additionnelles, ce qui veut dire qu'un assemblage peut être copié d'un nœud vers un autre.

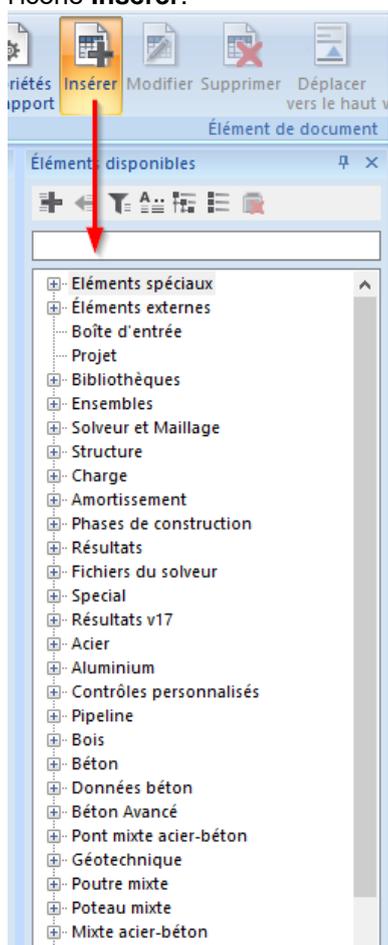
Document

Dans cette dernière partie du tutoriel, nous allons expliquer comment une note de calcul peut être réalisée.

Note de calcul

1. Cliquez sur  **Note de calcul** dans l'**arborescence principale** ou cliquez sur l'icône  se trouvant dans la barre d'outils. Du fait qu'aucun rapport n'avait encore été créé auparavant, **Report_1** apparaît directement dans la fenêtre **Gestionnaire de notes de calcul**. Sélectionnez **Report_1** et cliquez sur le bouton **Ouvrir**, une nouvelle fenêtre va s'ouvrir dans votre barre Windows .

2. Cliquez sur le bouton Insérer pour commencer à entrer les données dans le navigateur de la note de calcul. Une fenêtre avec les **Éléments disponibles** apparaît juste en dessous de l'icône **Insérer**.



3. En utilisant cette fenêtre, diverses données peuvent être ajoutées.
 - Ouvrez **Bibliothèques** et sélectionnez l'élément **Matériaux**, double-cliquez sur cet élément ou cliquez sur le bouton **Ajouter**  pour ajouter cet élément au document.
 - Ajoutez aussi l'élément **Sections**.
 - Ouvrez le groupe **Structure** et double-cliquez sur **Barres**.
 - Ouvrez le groupe **Résultats** et double-cliquez sur **Réactions**.
4. Vous pouvez directement voir ces éléments dans le Navigateur ainsi que sur l'aperçu papier.

1. Matériaux

Nom	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Limite inférieure [mm]	Limite supérieure [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Couleur
S 235	7850,0	2.1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0	
		E_{mod} [MPa]	α [1/mK]					
		8,0769e+04	0,00					

2. Sections

Type	Code de forme	Parois minces	Fabrication	Couleur	Flambement Flexionnel y-y	Flambement Flexionnel z-z	A [m ²]	A_y [m ²]	A_z [m ²]	A_x [m ² m]	A_0 [m ² m]	$c_{y,SCS}$ [mm]	$c_{z,SCS}$ [mm]	ρ [deg]	I_y [m ⁴]	I_z [m ⁴]	I_x [m ⁴]	I_y [mm]	I_z [mm]
CS1	HEA340		laminé				1,3400e-02			9,5495e-03	3,3201e-03	150	165		2,7700e-04	7,4400e-05	144	75	

Déplacez les éléments à l'aide de votre souris pour modifier leur ordre.

Afficher les résultats dans le document

1. Dans le Navigateur, cliquez sur **Réactions**. Le point d'exclamation rouge indique que les valeurs affichées ne sont pas à jour. Dans la fenêtre **Propriétés** les paramètres de ce tableau sont affichés. Les paramètres pour afficher les résultats dans la note de calcul sont configurés de la même façon que les résultats dans le menu **Résultats** dans l'application SCIA Engineer.

- **Type de sélection** est mis sur **Tout**.
- **Type de charges** est mis sur **Combinaisons** et nous choisissons la combinaison **CO1 - ELU**.
- **Valeur** est mis sur le moment fléchissant **Rz**
- **Extrême** est mis sur **Global**.



2. Cliquez sur le bouton **Regénérer sélection** au-dessus pour afficher le tableau correspondant aux options que nous venons de définir. Le point d'exclamation rouge disparaît.

3. Barres

Nom	Section	Matériau	Longueur [m]	Nd. début	Nd. fin	Type
B1	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N1	N2	potreau (100)
B2	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N2	N3	potreau (80)
B3	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N4	N3	potreau (80)
B4	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N5	N4	potreau (100)
B5	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N6	N7	potreau (100)
B6	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N7	N8	potreau (80)
B7	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N9	N8	potreau (80)
B8	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N10	N9	potreau (100)
B9	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N11	N12	potreau (100)
B10	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N12	N13	potreau (80)
B11	CS5 - 1 + 1 var (IPE180) 150	S 235	6,083	N14	N13	potreau (80)
B12	CS1 - HEA340	S 235	5,000	N15	N14	potreau (100)
B13	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N2	N7	contreventement de mur (0)
B22	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N7	N12	contreventement de mur (0)
B23	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N3	N8	contreventement de mur (0)
B24	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N8	N13	contreventement de mur (0)
B25	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N4	N9	contreventement de mur (0)
B26	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N9	N14	contreventement de mur (0)
B27	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N16	N17	contreventement de mur (0)
B28	CS3 - IPE160	S 235	6,000	N18	N19	contreventement de mur (0)
B29	CS4 - HFLeq70x707	S 235	7,810	N10	N14	contreventement de mur (0)
B30	CS4 - HFLeq70x707	S 235	7,810	N15	N9	contreventement de mur (0)
B31	CS4 - HFLeq70x707	S 235	7,810	N6	N13	contreventement de mur (0)
B32	CS4 - HFLeq70x707	S 235	7,810	N7	N11	contreventement de mur (0)

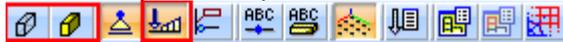
4. Réactions

Sections modifiées par AutoDesign. La structure doit être recalculée !
Calcul linéaire, Extrême : Global
SéL : Tout
Combinaisons : CO1

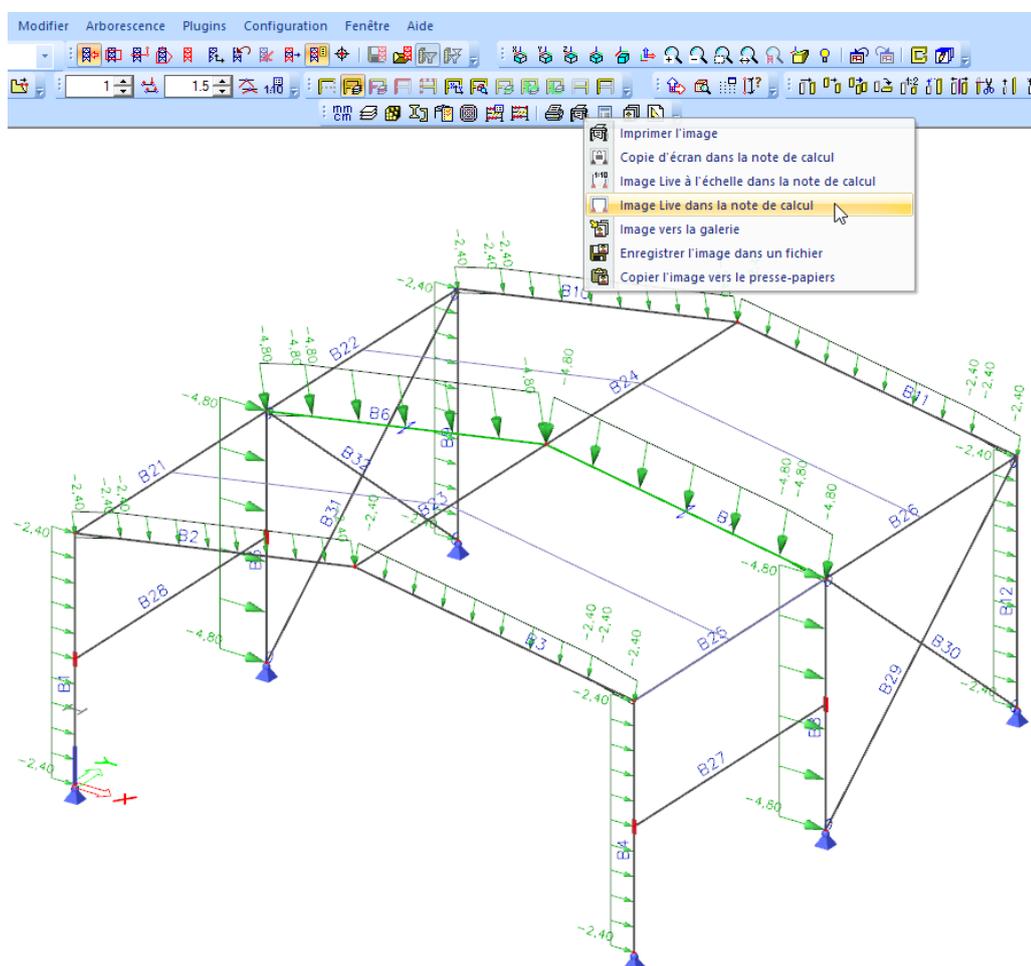
Appuis	Cas	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S=4/N10	CO1/1	-78,33	1,92	138,87	0,00	0,00	0,00
S=3/N6	CO1/2	28,13	1,18	83,29	0,00	0,00	0,00
S=6/N15	CO1/1	-42,89	-2,08	77,80	0,00	0,00	0,00
S=1/N5	CO1/3	-11,32	0,12	35,07	0,00	0,00	0,00
S=1/N5	CO1/2	-15,28	0,16	47,34	0,00	0,00	0,00

Ajouter une image au rapport

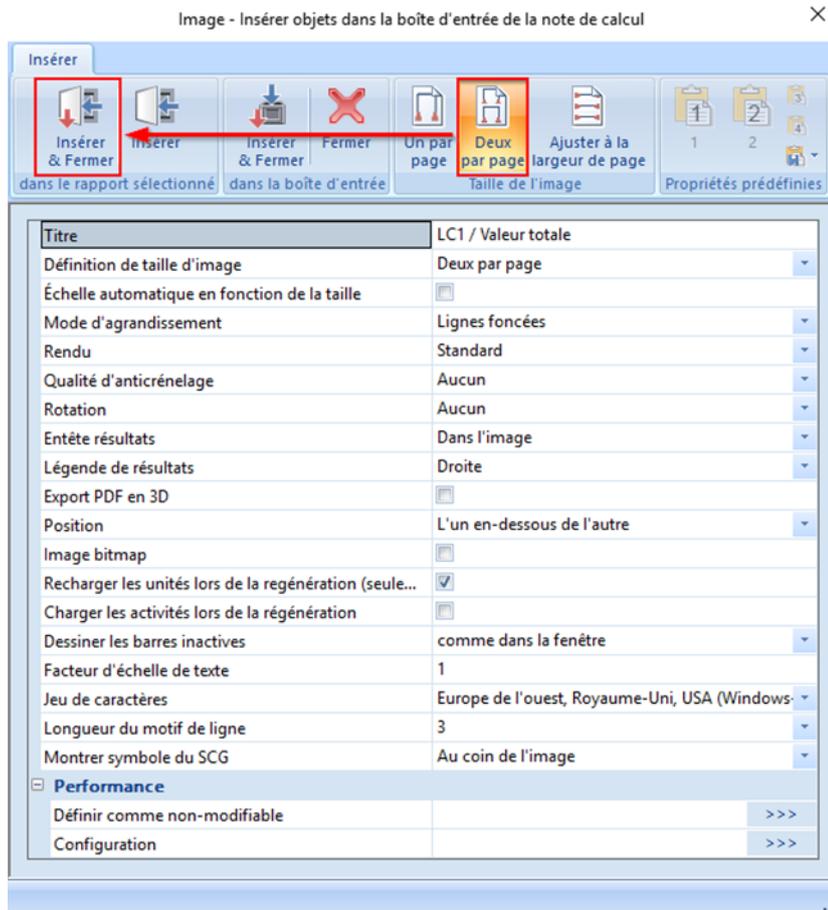
1. N'importe quelle image de l'application SCIA Engineer peut être intégrée dans la note de calcul : soit en tant que capture d'écran (l'image sera permanente et ne changera plus) soit en tant qu'image en direct (qui peut être régénérée et est donc toujours à jour).
2. Préparez n'importe quel emplacement dans la fenêtre de modélisation 3D, par exemple le modèle analytique avec les charges. Vous pouvez utiliser les icônes près de la Ligne de commande pour masquer les surfaces et afficher les charges.



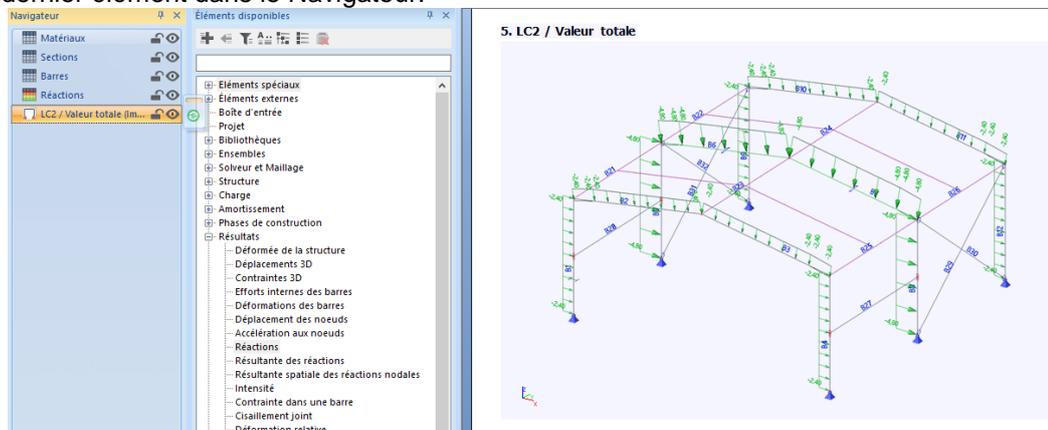
3. Cliquez sur le bouton **Imprimer l'image** dans la barre d'outils et sélectionnez **Image Live dans la note de calcul**.



4. La fenêtre des propriétés de l'image apparaît. Ici vous pouvez arranger l'image : l'échelle, la taille, ... Utilisez le bouton **Deux par page** au-dessus et cliquez sur le bouton **Insérer & Fermer dans le rapport sélectionné**.



5. Permutez sur l'application Note de calcul, vous pouvez apercevoir l'image comme étant le dernier élément dans le Navigateur.



Imprimer la Note de calcul

Une fois que le rapport est complet, vous pouvez l'imprimer ou l'exporter sous divers formats (PDF, RTF, HTML) en cliquant sur le bouton en haut à gauche de la fenêtre.

Epilogue

Dans ce tutoriel, les fonctionnalités de base de SCIA Engineer pour la saisie et le calcul d'une structure en acier ont été présentées au moyen d'un exemple.

Après avoir lu le texte et avoir fait l'exemple, l'utilisateur doit être capable de modéliser et calculer des structures simples constituées de barres acier.

Pour des informations plus détaillées sur les calculs acier, nous nous référons à la formation avancée sur l'acier ou à la plateforme d'aide sur internet.