

Tutoriel Portique en béton

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.....	1
Bienvenue	1
Support SCIA Engineer	2
Sites internet.....	2
Introduction	3
Premiers pas	4
Créer un projet.....	4
Gestionnaire de projets	6
Enregistrer, Enregistrer sous, Fermer et Ouvrir	6
Enregistrer un projet	6
Fermer un projet	6
Ouvrir un projet	6
Démarrer le gestionnaire de projets.....	6
Données géométriques	7
Introduction de la géométrie	7
Profils.....	7
Géométrie	8
Nœuds articulés.....	12
Appuis.....	13
Contrôle des données structurelles	15
Contrôle des données.....	15
Connecter les barres et nœuds	16
Représentation graphique de la structure	20
Charges et combinaisons	24
Cas de charge et Groupes de charges	24
Définir un cas de charge permanent.....	24
Définir un cas de charge variable	24
Charges	26
Combinaisons.....	30
Calcul	33
Calcul linéaire	33
Résultats.....	34
Visualisation des résultats	34
Contrôle selon la norme	38
Paramètres de flambement.....	39
Affichages des longueurs du système	39
Configurer les paramètres de flambement.....	40
Contrôle béton.....	44
Afficher l'élanement et les longueurs de flambement.....	44
Efforts internes pour la vérification des armatures.....	46
Armatures théoriques nécessaires	47
Vérification des armatures (ELU).....	49
Armatures pratiques.....	52
Contrôle des armatures (ELS)	59
Dispositions constructives.....	60
Document	63
Note de calcul	63
Epilogue.....	68

Bienvenue

Bienvenue sur le tutoriel Portique en béton 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

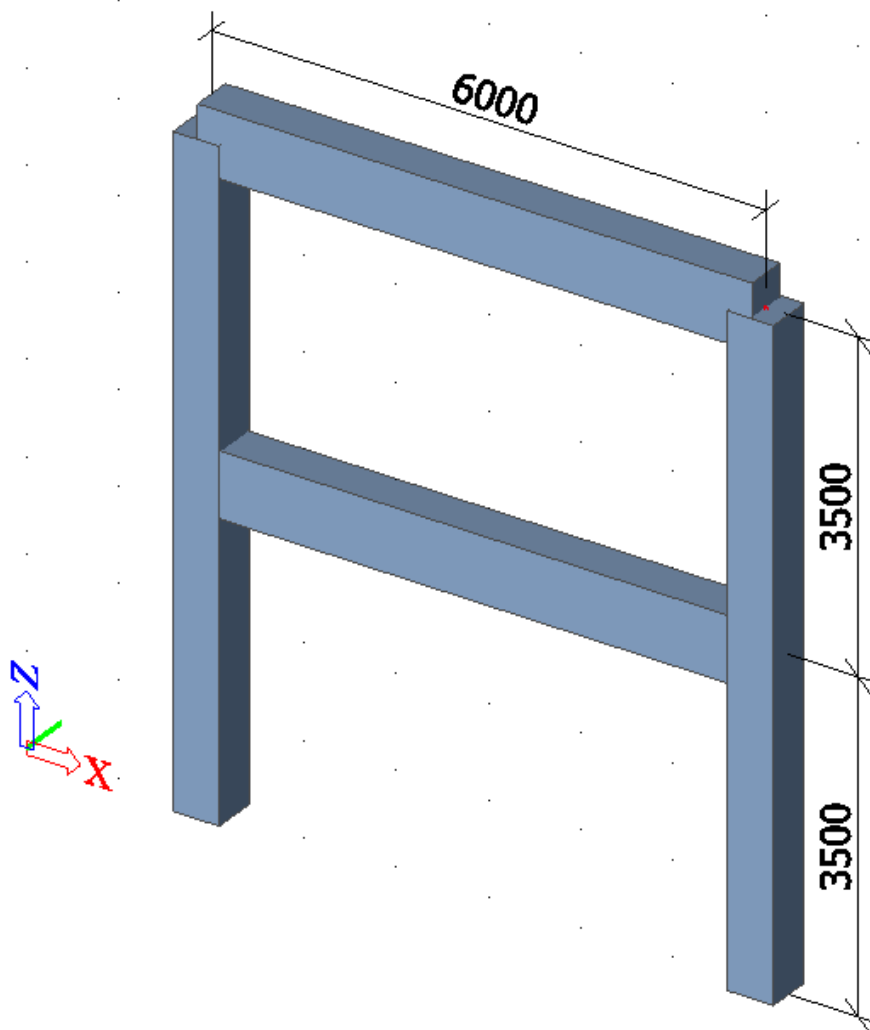
Ce tutoriel décrit les fonctions de base de SCIA Engineer, les données, l'analyse et le calcul d'un portique en béton en 2D.

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 du béton.

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.

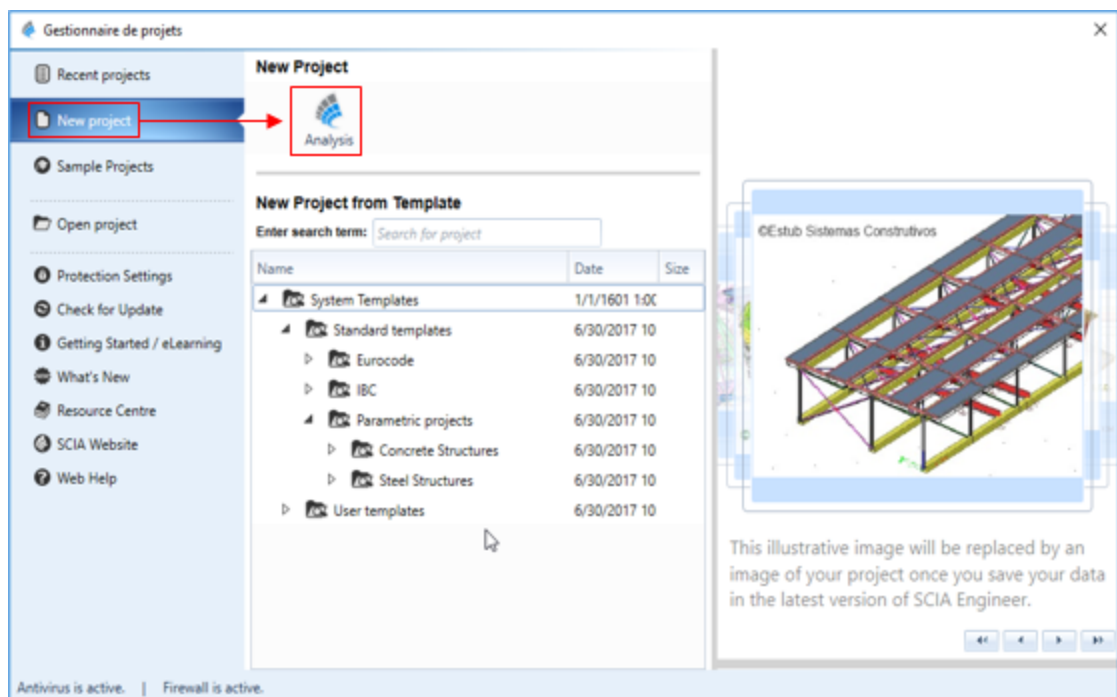
1. Double-cliquez sur les raccourcis SCIA Engineer qui se trouve sur le bureau de Windows, OU
2. Si le raccourci n'est pas installé, cliquez sur **[Démarrer]** et choisissez **Programmes > SCIA Engineer 17.01 > SCIA Engineer 17.01**.

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.

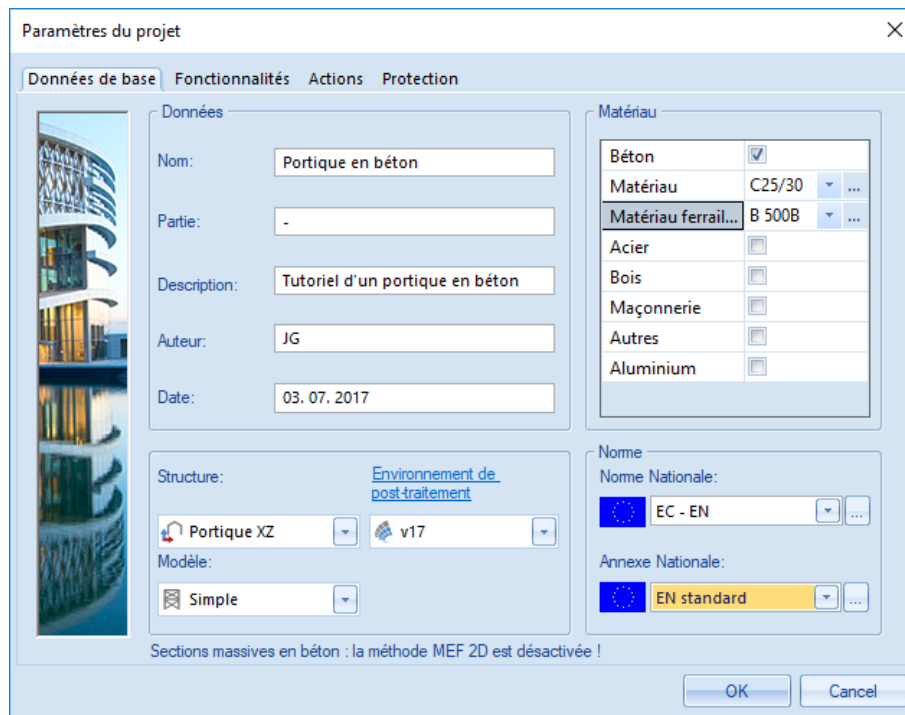
Démarrer un nouveau projet

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

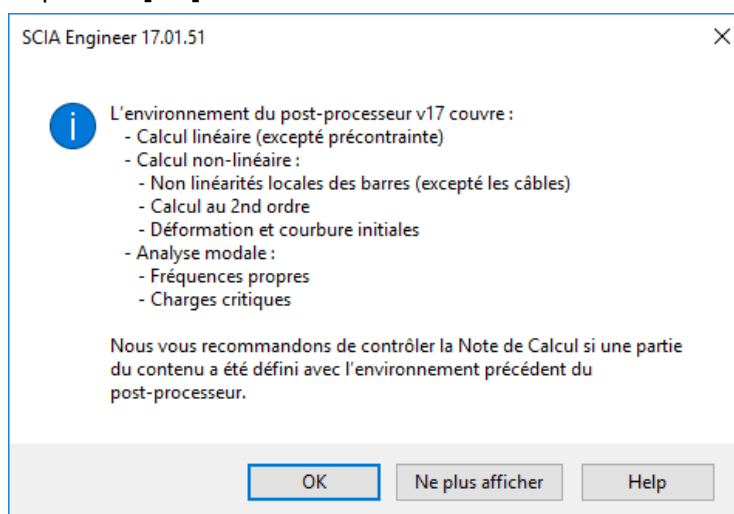


2. Vous pouvez aussi démarrer un nouveau projet grâce à l'icône  dans la barre d'outils ou utiliser le raccourci à l'aide des touches **Ctrl+N**.

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 XZ** (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 **Béton**.
En dessous de la case **Béton** vous pouvez choisir la classe de votre béton (sélectionnez C25/30 ici) ainsi que la qualité de l'armature (sélectionnez B 500B ici).
Matériau est le seul paramètre obligatoire pour continuer.
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.

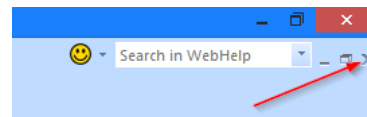
Si vous sélectionnez **Fichier > Enregistrer sous** dans le menu principal, vous pouvez entrer un nouveau/autre disque, dossier et nom pour le projet.

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.

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.

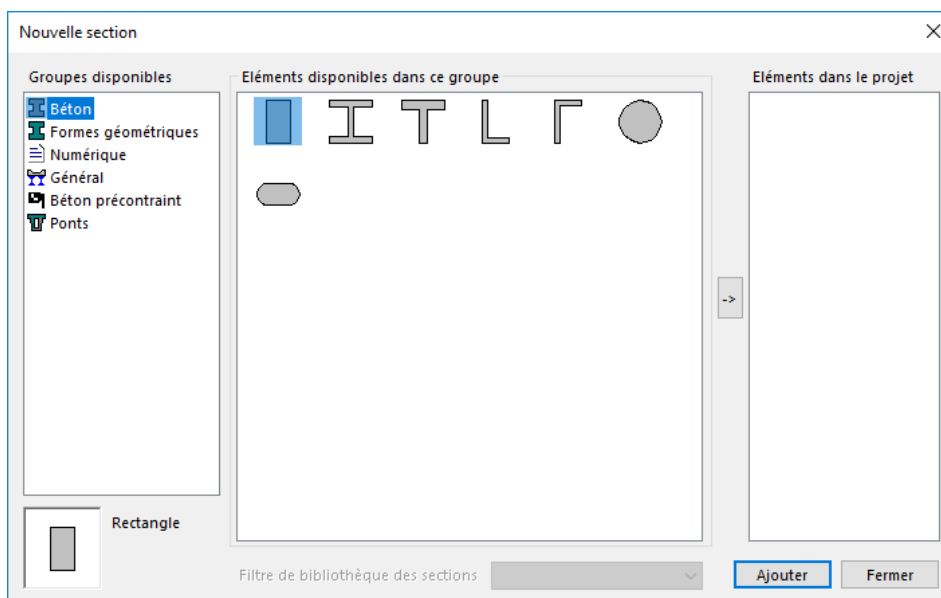
Profils



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.

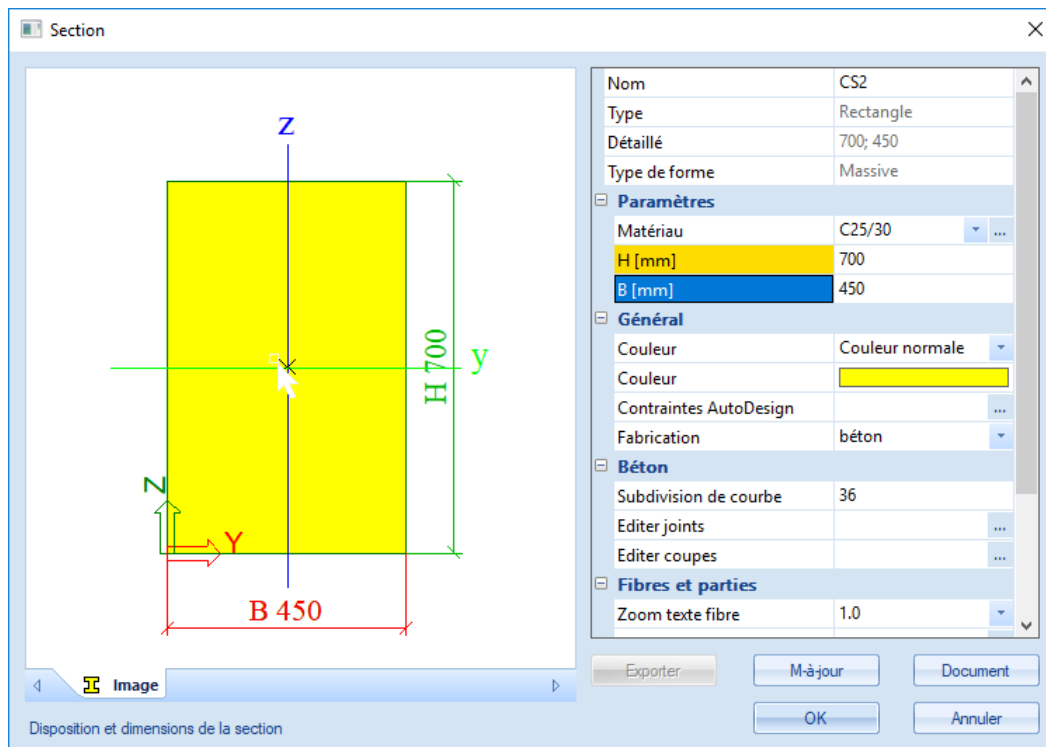
Ajouter un profil

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 **Béton** dans le cadre à gauche **Groupes disponibles**.
3. Dans les **Eléments disponibles dans ce groupe**, choisissez une section rectangulaire .
4. Cliquez sur **[Ajouter]** ou  pour ajouter le profil au projet. La fenêtre **Sections** apparaît.

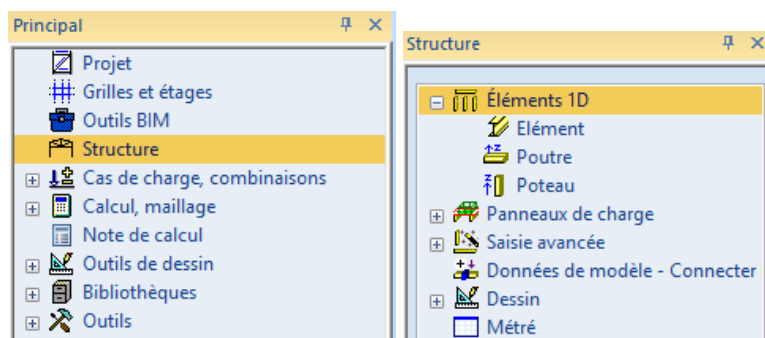


5. Dans cette fenêtre vous pouvez changer les propriétés de la section rectangulaire. Entrez **500 mm** pour la hauteur **H** et **500 mm** pour la largeur **B**.
6. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer, le profil est ajouté aux éléments du projet.
7. Une seconde section rectangulaire d'hauteur **H = 700 mm** et de largeur **B = 450 mm** est ajoutée de la même manière.
8. Cliquez sur **[Fermer]** dans la fenêtre **Nouvelle section**, la fenêtre **Sections** réapparaît.
9. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer la fenêtre **Sections** et revenir à la vue de base.

Géométrie

Menu Structure

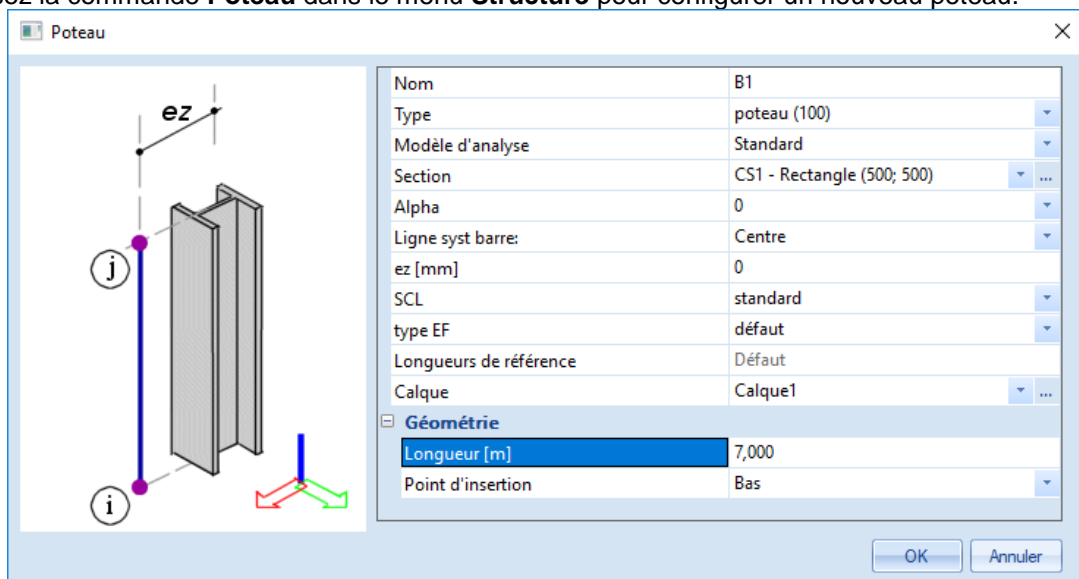
1. Lorsqu'un nouveau projet est créé, l'arborescence à gauche est automatiquement ouverte sur le côté gauche. Si vous désirez ajouter/modifier la structure vous devez double-cliquer sur **Structure** dans l'arborescence dans la fenêtre principale.



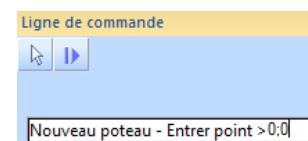
2. Dans le menu **Structure**, vous pouvez choisir différents éléments pour modéliser votre structure. Afin de modéliser le portique, vous devez commencer par les poteaux. Ensuite les poutres au-dessus et au milieu des poteaux sont ajoutées.

Configurer un poteau

1. Utilisez la commande **Poteau** dans le menu **Structure** pour configurer un nouveau poteau.



2. Dans la ligne Section choisissez la première section **CS1 - Rectangle (500, 500)**.
3. Le poteau a une longueur de **7 m**.
4. Le point d'insertion par défaut du poteau est le **Bas**, ce qui détermine le point de positionnement du poteau.
5. Confirmez vos données en cliquant sur le bouton **[OK]**.
6. Le bas du premier poteau est situé à l'origine du repère. Pour cela, vous devez entrer les coordonnées **0;0** dans la **Ligne de commande** puis appuyer sur la touche **<Entrée>** de votre clavier pour confirmer la manipulation.
7. Un second poteau est ajouté de la même manière à la position **6;0**.
8. Terminez l'insertion des données en pressant la touche **<Esc>** de votre clavier.
9. Après avoir ajouté une entité dans SCIA Engineer, l'entité reste sélectionnée. Les poteaux restent dès lors dans une couleur violette.



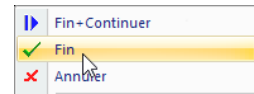
Pour annuler la sélection, pressez à nouveau la touche **<Esc>** de votre clavier.


Remarques :

Les propriétés des éléments sélectionnés sont affichées et peuvent être modifiées dans la fenêtre **Propriétés**.

Si aucune section n'a été définie dans le projet, la fenêtre **Nouvelle section** apparaîtra automatiquement dès que l'on essaiera d'entrer un élément structural (poteau, poutre, ...)

Vous pouvez terminer de placer vos entités en pressant sur la touche **<Esc>** de votre clavier ou bien en cliquant sur le bouton **Fin** accessible grâce au menu déroulant du clic droit de votre souris.




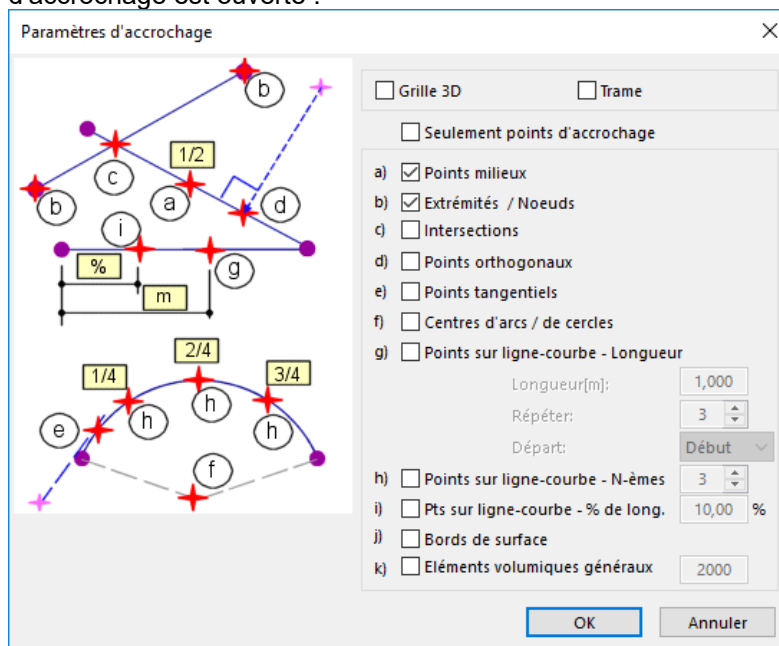
Avec **Zoom tout**  dans la barre d'outils ou en double cliquant sur la roulette de la souris, vous pouvez visualiser l'entièreté de la structure.

Pour définir les coordonnées dans la ligne de commande, vous pouvez utiliser un point-virgule ou juste laisser un espace.

Lorsque les deux poteaux sont placés, vous pouvez commencer à placer les poutres. Le début et la fin des poutres sont déjà connus, elles seront au centre ainsi qu'au sommet des poteaux. Par conséquent les poutres ne seront pas placées à l'aide des coordonnées, nous utiliserons les **Paramètres d'accrochage**.

Paramètres d'accrochage du curseur

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 :



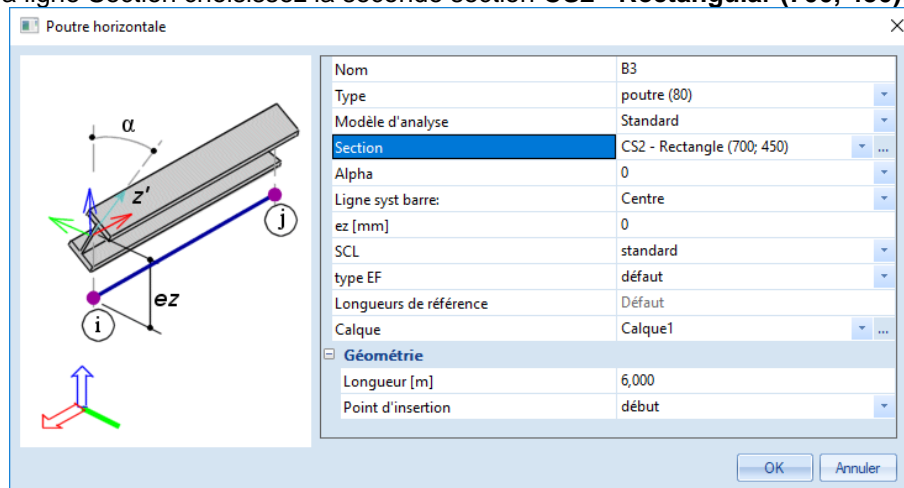
2. Activez les options **a) Points milieux** et **b) Extrémités/Nœuds** pour désigner l'emplacement des éléments dans ce projet.
3. Cliquez sur **[OK]** pour confirmer.

Maintenant vous pouvez ajouter les poutres.

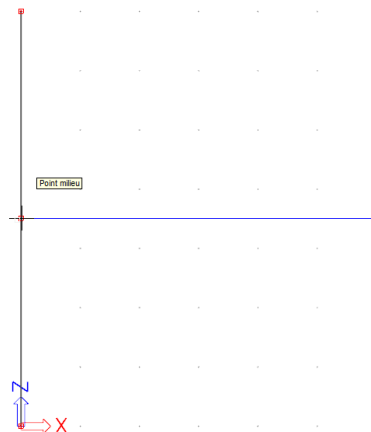
Configurer une poutre

1. Pour insérer une nouvelle poutre, utilisez l'option **Poutre** dans le menu **Structure**.

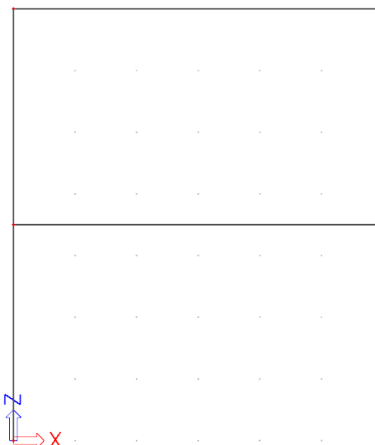
- Dans la ligne Section choisissez la seconde section **CS2 - Rectangular (700, 450)**.



- La longueur de la poutre est de **6 m**.
- Le point d'insertion par défaut du poteau est le **Début**, ce qui détermine le point de positionnement de la poutre.
- Confirmez vos entrées avec **[OK]**.
- Maintenant cliquez à l'aide de votre souris sur le point milieu du poteau de gauche :



- La poutre du haut est ajoutée de façon similaire en cliquant sur le nœud du dessus du poteau de gauche
- Pressez **<Esc>** pour terminer l'entrée des éléments.
- Pressez **<Esc>** à nouveau pour annuler la sélection.

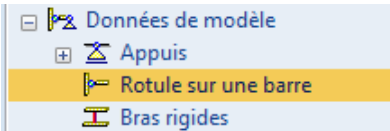


Nœuds articulés

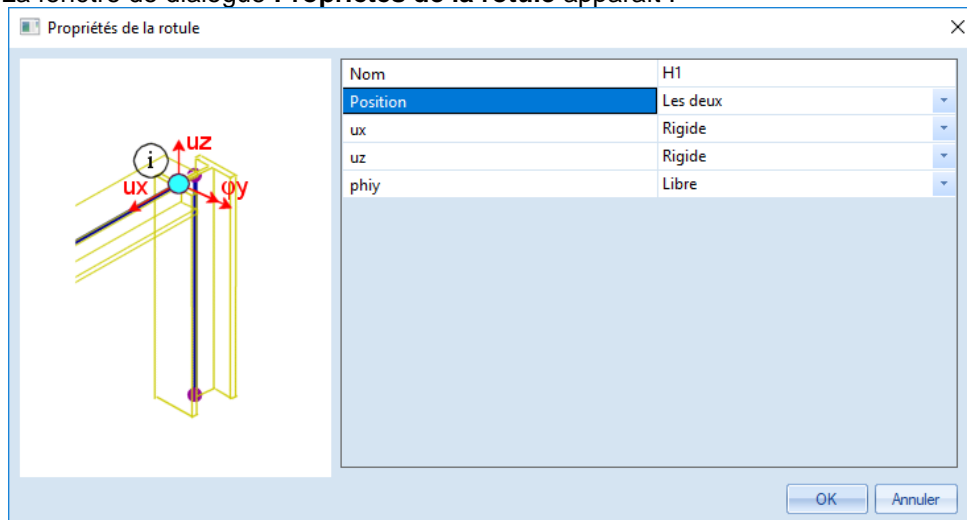
Dans ce projet, les poutres sont connectées aux poteaux de façon articulées. Étant donné que vous avez choisi une construction du type Portique XZ, les éléments seront connectés ensemble de façon rigide par défaut. Par conséquent, les rotules doivent être entrées manuellement. Il est à noter que les rotules ne seront pas entrées à des jonctions mais bien à des extrémités de poutres/poteaux.

Configurer un nœud articulé

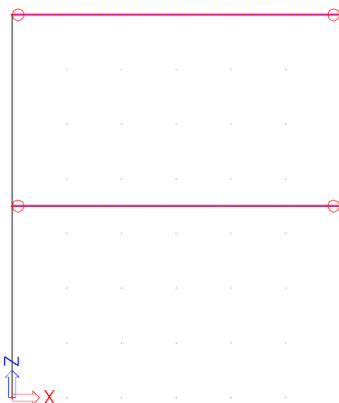
1. Pour ajouter une rotule, utilisez les options **Données de modèle > Rotule sur une barre** dans le menu **Structure**.



2. La fenêtre de dialogue **Propriétés de la rotule** apparaît :



3. Les articulations sont placées de chaque côté des poutres, il faut donc sélectionner **Les deux** pour **Position**.
4. Pour obtenir une articulation parfaite qui ne permet pas le transfert d'un moment fléchissant d'un élément à un autre, la rotation **phiy** doit être **Libre**, alors que les translations **ux** et **uz** doivent être **Rigides**.
5. Confirmez vos entrées avec **[OK]**.
6. Les rotules sont ajoutées en cliquant avec le bouton de gauche de la souris sur chacune des poutres.
7. Pressez **<Esc>** pour terminer l'entrée des rotules.



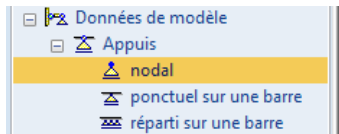
8. Pressez à nouveau **<Esc>** pour annuler la sélection.

Appuis

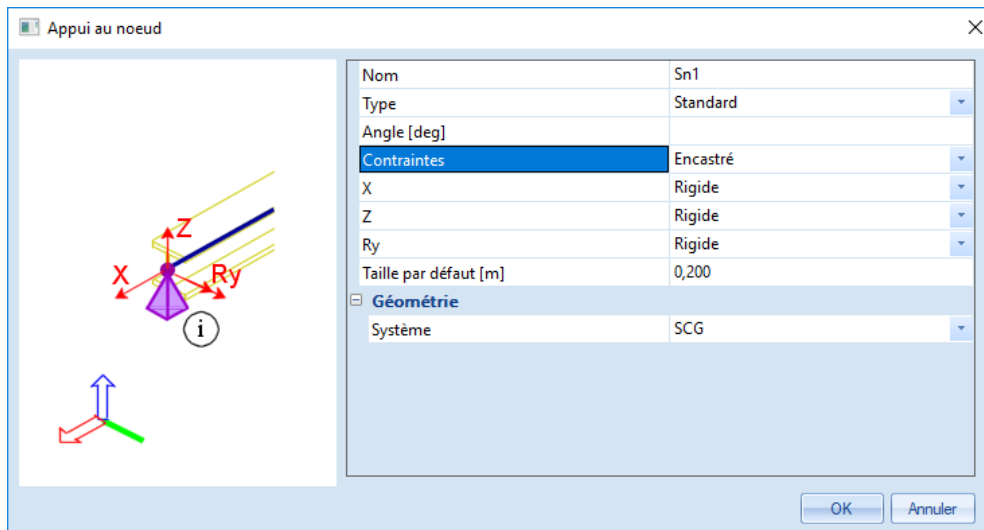
L'entrée de la géométrie peut être complétée à l'aide d'appuis. La base des poteaux peut être modélisée par des appuis encastrés.

Configurer les appuis

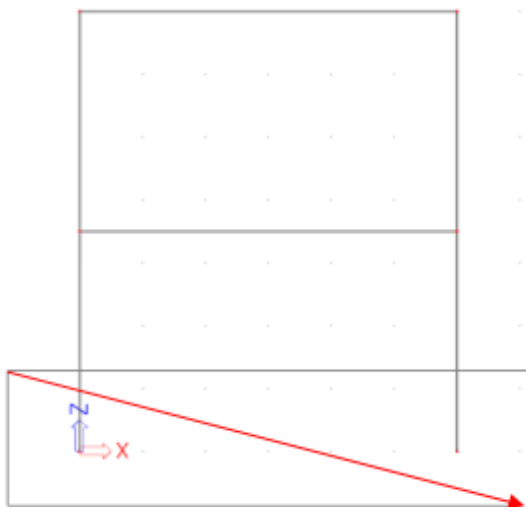
1. Pour ajouter des appuis, utilisez l'option **Données de modèle > Appuis > nodal** dans le menu **Structure**.



2. Pour modéliser les appuis encastrés, il faut bloquer les translations ainsi que la rotation. Sélectionnez l'option **Rigide** pour les translations **X** et **Z** ainsi que pour la rotation **Ry**. Vous pouvez toutefois simplement sélectionner le type de **Contraintes** choisie, ici **Encastré**

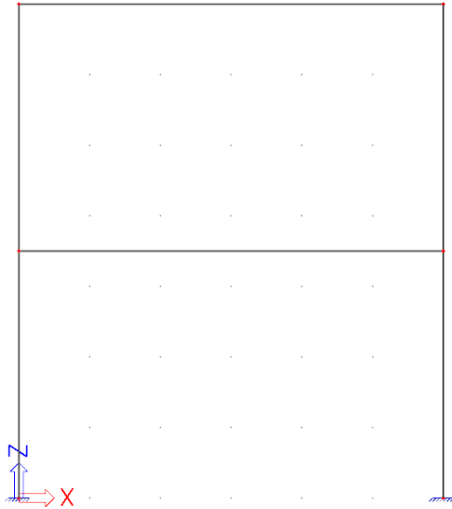


3. Confirmez votre choix avec **[OK]**.
4. Vous pouvez simplement sélectionner les nœuds inférieurs en traçant un cadre autour des nœuds à l'aide de votre souris de la gauche vers la droite :



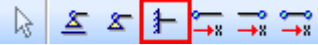
5. Pressez **<Esc>** pour terminer l'entrée.

6. Pressez **<Esc>** à nouveau pour annuler 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.

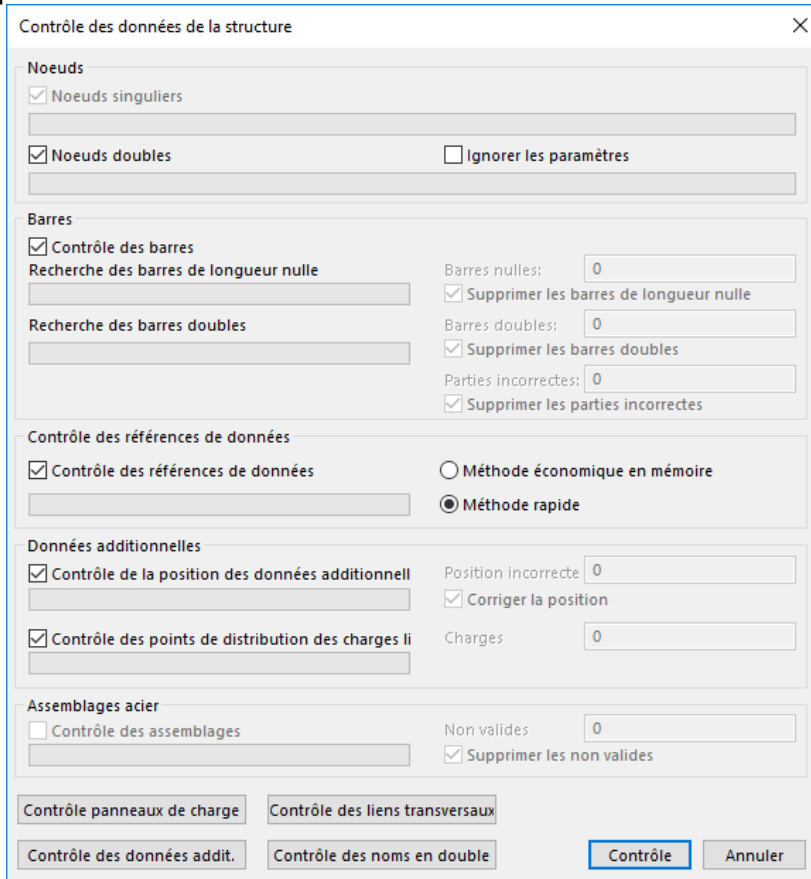
La **Ligne de commande** inclue un certain nombre d'appuis prédéfinis. Pour ce projet, vous auriez pu utiliser l'icône Appui encastré .

Contrôle des données structurelles

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, de mauvaises références concernant les appuis, ... Toutefois, cet outil ne vérifie pas si la structure est correctement supportée ou si c'est un mécanisme.

Contrôle des données

1. Cliquez sur l'option **Contrôle des données structurelles**  **Contr. des données structurelles** dans le menu **Structure** ou cliquez sur l'icône  dans la barre d'outils.
2. La fenêtre de Contrôle des données structurelles apparaît, listant les diverses vérifications possibles :



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: 0

Supprimer les barres de longueur nulle

Recherche des barres doubles Barres doubles: 0

Supprimer les barres doubles

Parties incorrectes: 0

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: 0

Corriger la position

Contrôle des points de distribution des charges li Charges: 0

Assemblages acier

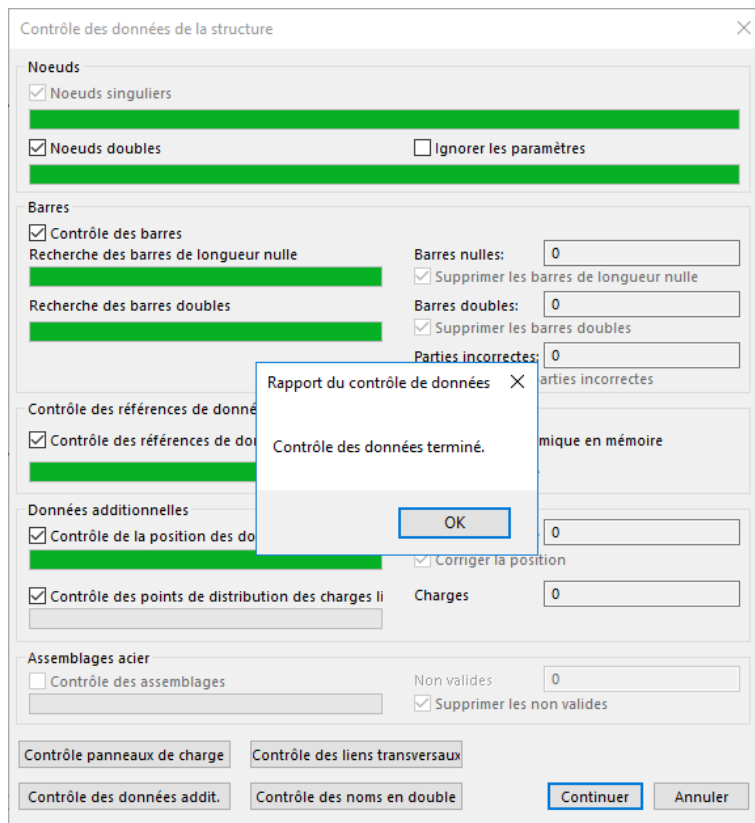
Contrôle des assemblages Non valides: 0

Supprimer les non valides

Contrôle panneaux de charge Contrôle des liens transversaux

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

3. Cliquez sur **[Contrôle]** pour effectuer les vérifications.
4. La fenêtre du **Rapport du contrôle des données** apparaît indiquant qu'aucun problème n'a été détecté.



5. Fermez la vérification en cliquant sur [OK].
6. En cas de problème, SCIA Engineer peut automatiquement corriger les valeurs de la structure (suppression d'entité, correction de mauvaise référence, ...)

Connecter les barres et nœuds

Un poteau et une poutre ont un nœud en commun. Le nœud d'extrémité du poteau par exemple est le nœud de début de la poutre, cette poutre est alors 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.

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 des nœuds

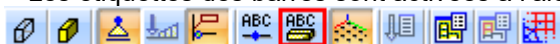
Les étiquettes des nœuds sont activées à l'aide de l'icône



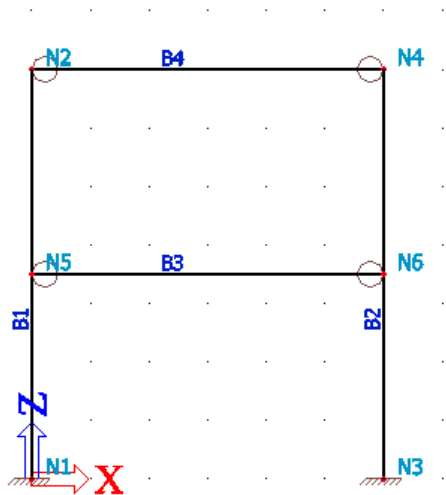
qui se trouve au-dessus de la **Ligne de commande**.

Activer les étiquettes des barres

Les étiquettes des barres sont activées à l'aide du bouton



qui se trouve au-dessus de la **Ligne de commande**


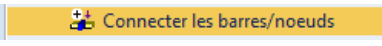



Lorsque vous sélectionnez le poteau **B1** avec le bouton gauche de la souris, il devient surligné en violet et les propriétés sont affichées dans la fenêtre des **Propriétés** :

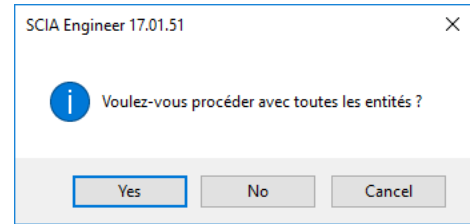
Propriétés	
Elément (1)	
Nom	B1
Type	poteau (100)
Modèle d'analyse	Standard
Section	CS1 - Rectangle (500; 500)
Alpha	0
Ligne syst barre:	Centre
ez [mm]	0
SCL	standard
type EF	défaut
Longueurs de référence	Défaut
Calque	Calque1
Géométrie	
Longueur [m]	7,000
Forme	Ligne
Nd. début	N1
Nd. fin	N2
Noeuds	
N1	abso
N2	abso
Attributs	
Attribut de groupe de conception	...
Editeur	...

Cette fenêtre indique que le nœud de début est **N1** et le nœud de fin est **N2**. Le nœud **N5** ne fait pas encore partie du poteau. Pour connecter **B3** au poteau **B1**, vous devez utiliser la fonction **Connecter les barres/nœuds**.

Connecter les entités

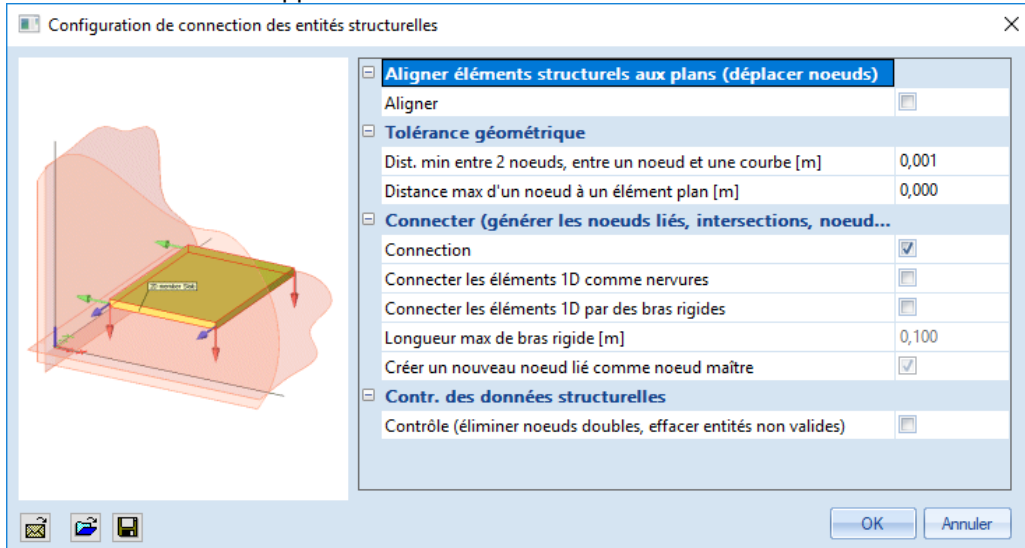
1. Pressez **<ESC>** ou cliquez sur l'icône **Supprimer sélection**  pour désactiver la sélection des entités.
2. Cliquez sur l'option **Données de modèle > Connecter les barres/nœuds** dans le menu **Structure**  ou cliquez sur l'icône  dans la barre d'outils.

3. Une boîte de dialogue demande si tous les nœuds doivent être connectés aux barres :



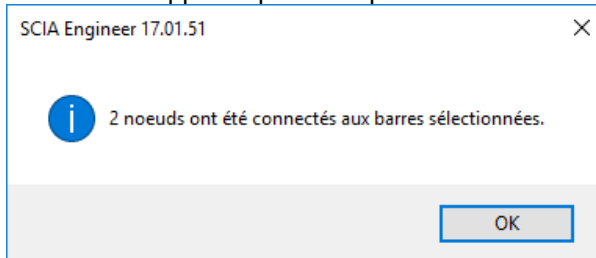
4. Cliquez sur <Yes>.

5. La fenêtre de **Configuration de connexion des entités structurelles** apparaît :



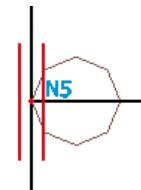
6. Confirmez les paramètres en cliquant sur <OK>.

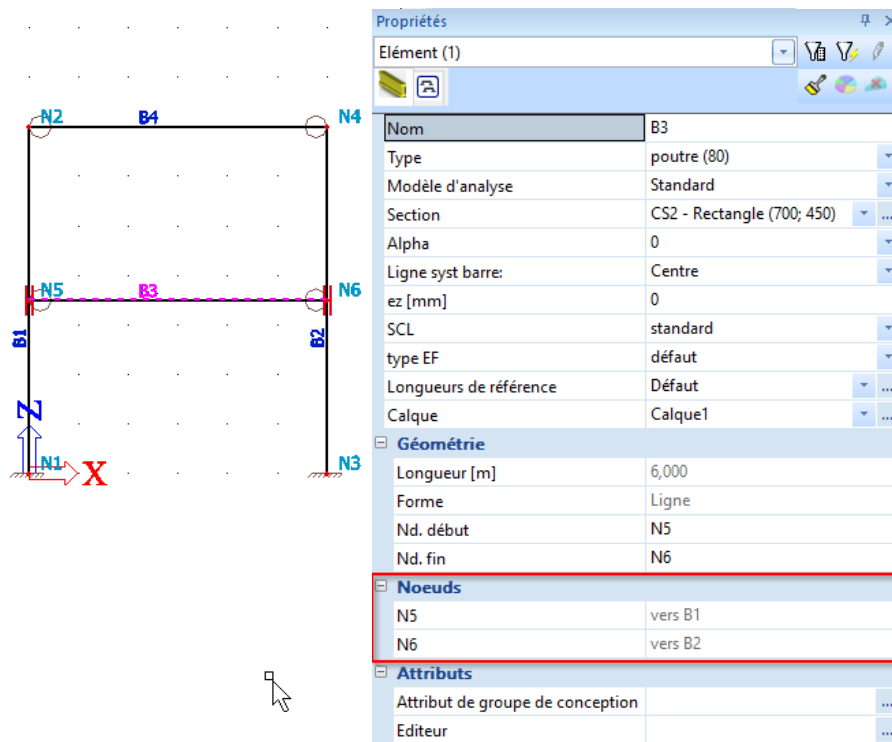
7. Une fenêtre apparaît pour indiquer le nombre de nœuds connectés :



8. Les nœuds connectés sont représentés par une double ligne rouge :

Si vous choisissez par exemple la poutre **B3**, la fenêtre des **Propriétés** montre que le nœud **N5** connecte la poutre au poteau **B1** et que le nœud **N6** connecte la poutre au poteau **B2**.





Remarques :

*Si une sélection est en cours et n'est pas désactivée lorsque la commande **Connecter les noeuds** est utilisée, le programme va seulement chercher les noeuds à connecter dans cette sélection et non 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 noeuds doubles, effacer entités non valides)** dans la boîte de dialogue **Configuration de connexion des entités structurales**.*

9. 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 du modèle

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.*






Paramétrer une vue selon le système de coordonnées globales

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).

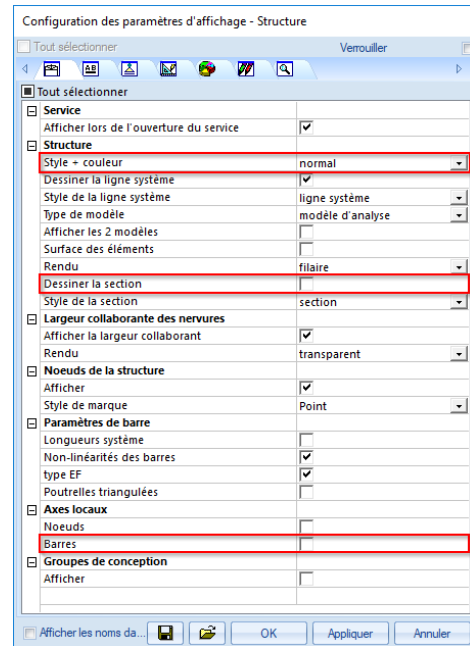
2. Choisissez l'option **Paramètres d'affichage généraux**. La fenêtre **Configuration des paramètres d'affichage** apparaît. Le menu est constitué de plusieurs onglets. Vous pouvez choisir les paramètres de vue pour toutes les entités ou juste pour les entités sélectionnées.

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 :

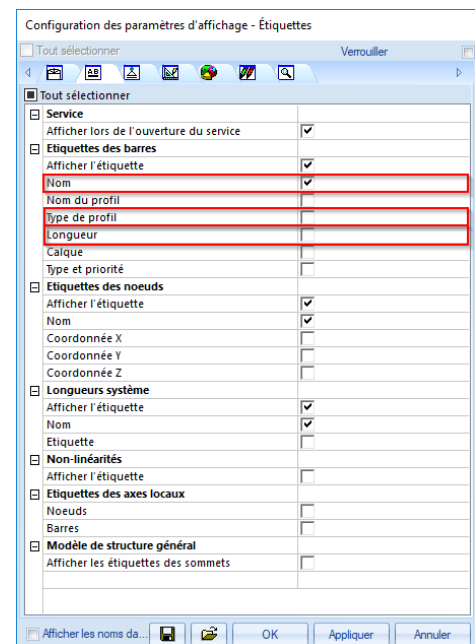
- **Style et couleur** : Vous pouvez afficher les couleurs par calque, matériau, section droite ou type de structure.
- **Dessiner la section** : Avec cette option, le symbole de la section droite est affiché sur chaque élément.
- **Axes locaux** : Avec cette option, les axes locaux des éléments sont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



Paramètres d'affichage – Etiquettes






A travers l'onglet **Etiquettes**, les étiquettes des différentes entités peuvent être affichées. Dans le groupe **Eléments**, 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.



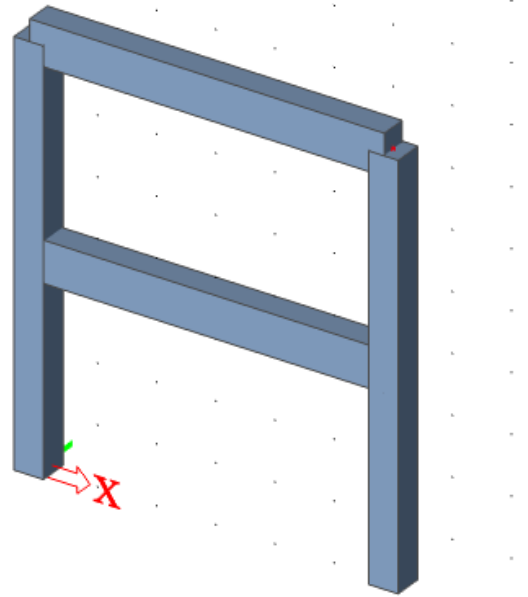
Paramètres d'affichage - Raccourcis

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.

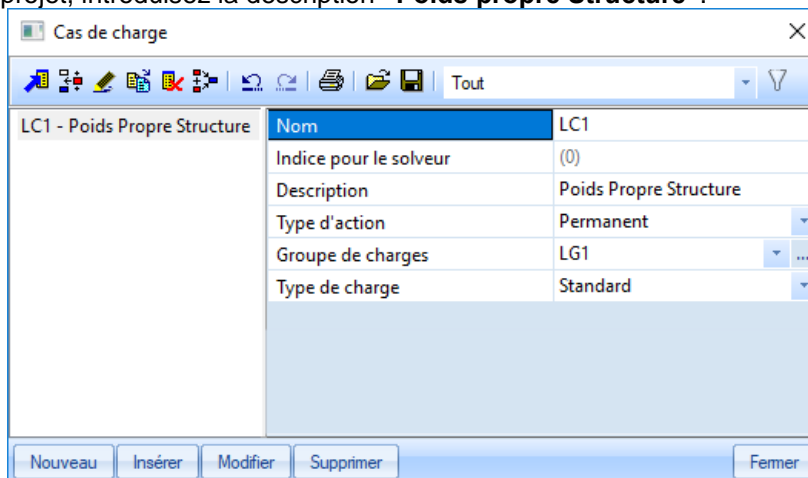
Dans ce projet, deux cas de charge sont introduits :

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

LC2 : Cas de charge variable : Charge de service sur les poutres

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 “**Charge Service**”
- Comme c’est une charge variable, modifiez le type d’action en **Variable**.

Cas de charge		
LC1 - Poids Propre Structure	Nom	LC2
LC2 - Charge Service	Indice pour le solveur	(0)
	Description	Charge Service
	Type d'action	Variable
	Groupe de charges	LG2
	Type de charge	Statique
	Spécification	Standard
	Durée	Brève
	Cas de charge maître	Aucun
Actions		
	Supprimer toutes les charges	>>>
	Copier toutes les charges dans un autre cas de charge	>>>

- Le groupe de charges LG2 est automatiquement créé. Cliquez sur pour afficher les propriétés du groupe de charges.

Groupes de charges		
LG2	Nom	LG2
	Relation	Standard
	Charge	Variable
	Structure	Bâtiment
	Type de charge	Cat A : Domestique

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 **Cat A : Domestique**.

- Cliquez sur **[OK]** pour fermer le **gestionnaire de groupe des charges** et retourner au **gestionnaire des cas de charge**.
- Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer le **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

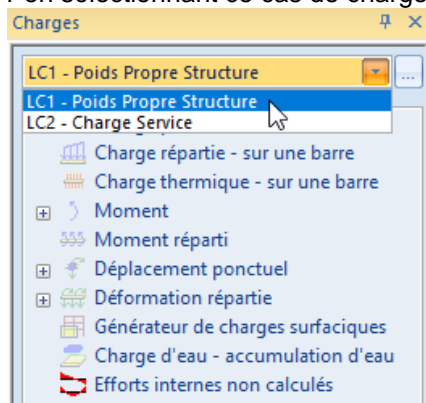
Après avoir introduit les cas de charge, le **menu charges** apparaîtra automatiquement :

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

- Poids propre des éléments
- Poids de la toiture + Poids du plancher

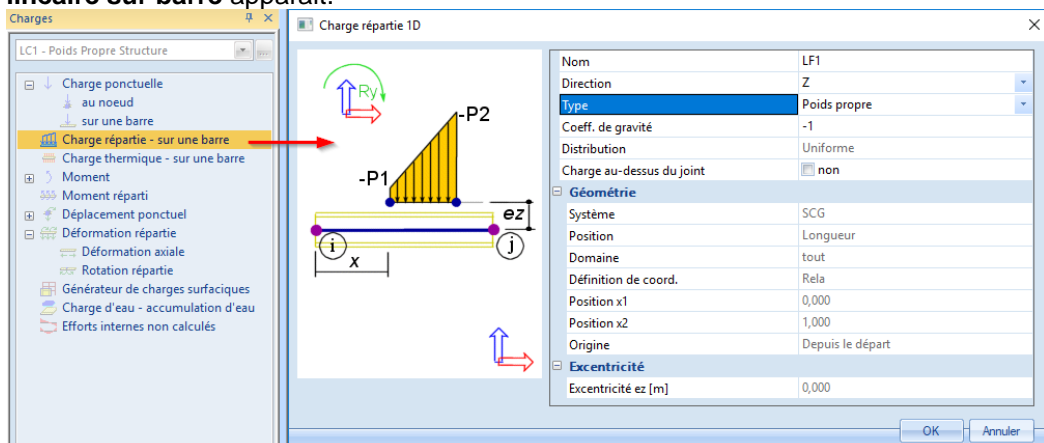
Choisir un cas de charge


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



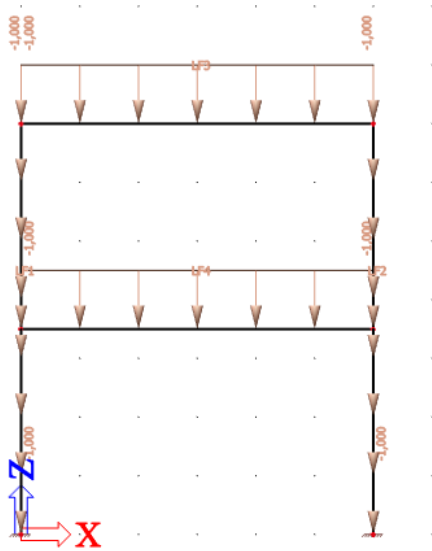
Configurer le poids propre grâce à la fonction charge répartie

1. Annulez toute sélection active en appuyant sur **<ESC>**.
2. Cliquez sur **Charge linéaire – sur une barre** 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 globale 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 :



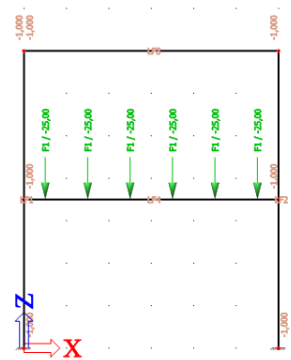
Introduire une série de charges ponctuelles

1. Cliquez sur **Charge ponctuelle > sur une barre** dans le menu des **Charges**.

Charge concentrée 1D	
Nom	F1
Direction	Z
Type	Force
Angle [deg]	
Valeur - F [kN]	-25,00
Géométrie	
Domaine	tout
Système	SCG
Définition de coord.	Abso
Position x [m]	0,500
Origine	Depuis le départ
Répéter (n)	6
Delta x [m]	1,000
Excentricité	
Excentricité ez [m]	0,000

2. La poutre centrale est chargée avec 6 charges ponctuelles de **25kN** espacées de **1m**. La première charge de la série se trouve à **0,5m** du nœud de la poutre
3. La valeur des charges sont modifiées à **-25 kN**.
4. La définition des coordonnées est en **Abso** (Abso = absolues).

5. La position de départ **Position x** est modifiée en **0,5 m**.
6. La série de charges ponctuelles est constitué de 6 charges, donc le champ **Répéter (n)** doit valoir **6**.
7. L'espacement **Delta x** entre les charges vaut **1 m**.
8. Confirmez vos entrées avec **[OK]**.
9. Sélectionnez la poutre **B3**.
10. Appuyer sur **<Esc>** pour terminer l'entrée.
11. Appuyer sur **<Esc>** à nouveau pour annuler la sélection.



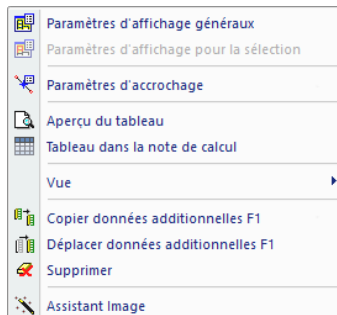
La poutre de toit est chargée de façon similaire avec des charges ponctuelles de **12,5 kN**. C'est pourquoi les charges du plancher peuvent être copiées sur le toit en prenant le soin de les modifier de la manière suivante.

Remarque :

Les charges, appuis, les rotules, ... sont considérés comme des données additionnelles

Copier les charges

1. Sélectionnez une des charges se trouvant sur la poutre de plancher avec le bouton gauche de la souris. Comme cette charge fait partie de la série de charges, toutes les charges sont automatiquement sélectionnées.
2. Appuyez sur le bouton droit de votre souris, un menu déroulant apparaît :

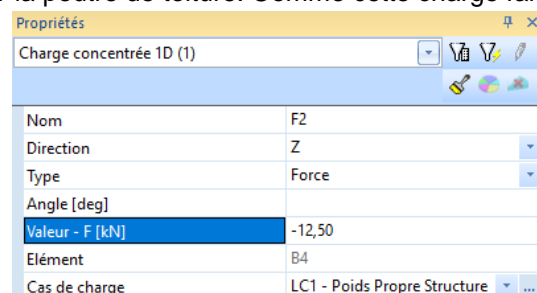


3. Choisissez l'option **Copier données additionnelles F1**.
4. Sélectionnez la barre où cette charge devrait être copiée – la poutre de toiture **B4**.
5. Appuyez sur **<Esc>** pour terminer les entrées.
6. Appuyez sur **<Esc>** à nouveau pour annuler la sélection.

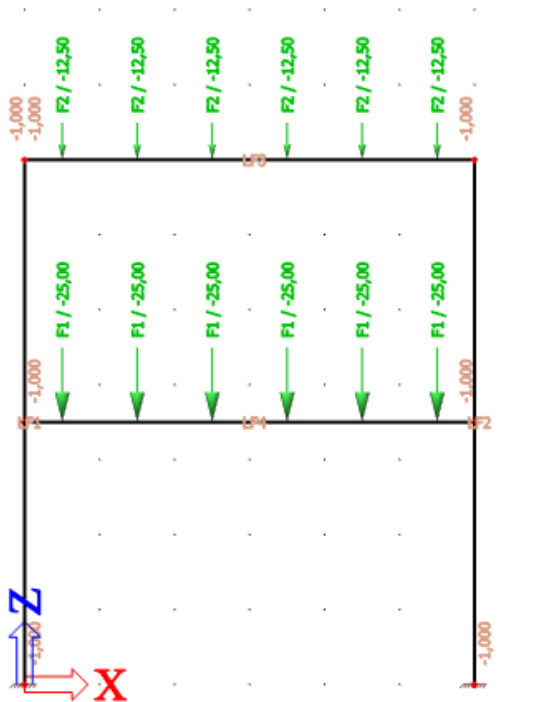
Maintenant les valeurs des charges sur le toit peuvent être modifiées.

Modifier les propriétés d'une charge

1. Sélectionnez une des charges ponctuelles sur la poutre de toiture. Comme cette charge fait partie d'une série, la série entière sera automatiquement sélectionnée.
2. Les propriétés de la série sont affichées dans la fenêtre **Propriétés**.
3. Changez la valeur de **-25 kN** à **-12,5 kN**.



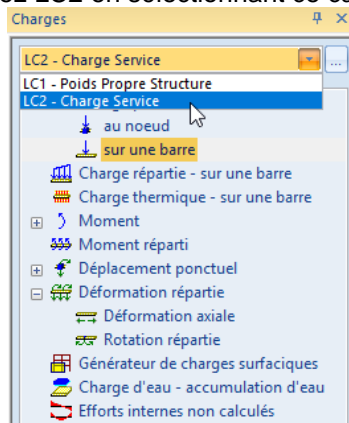
4. Confirmez le changement en appuyant sur la touche **<Entrée>**. Ci-dessous se trouve une vue du résultat obtenu :



Après l'entrée des charges dans le premier cas de charge, vous pouvez entrer la charge de service dans le second. La poutre de plancher est chargée avec une charge de service de 10 kN/m.

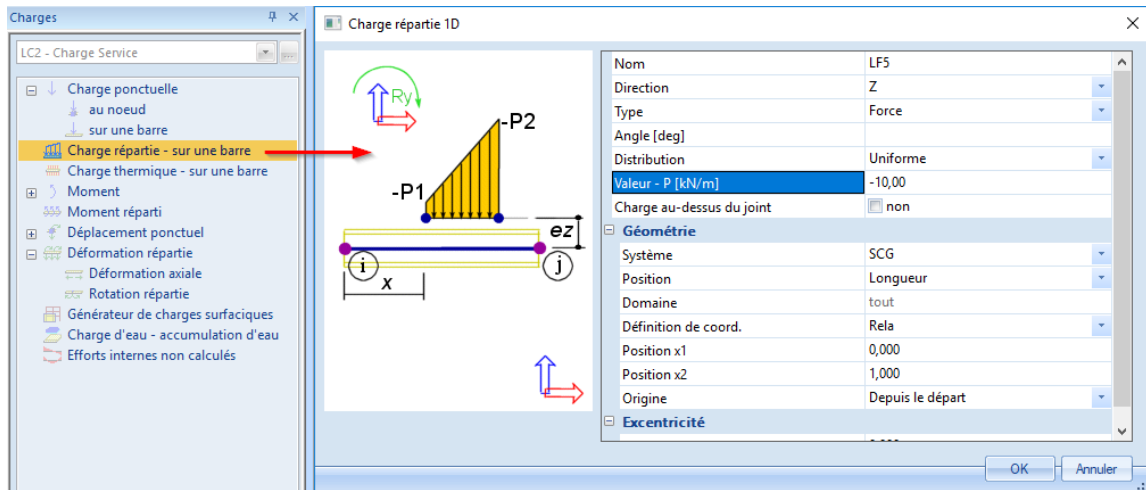
Choisir un cas de charge

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

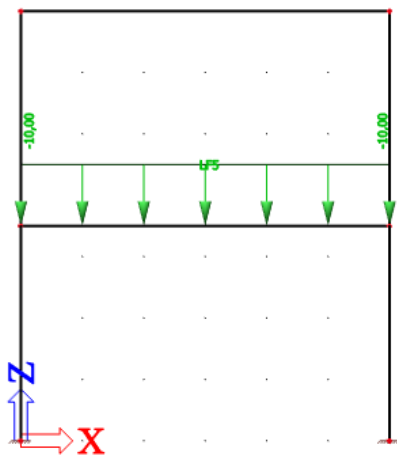


Introduire une charge répartie

1. Cliquez sur **Charge répartie > sur une barre** dans le **Menu Charge**. Le dialogue **Charge répartie 1D** apparaît.
2. Changez le Type en **Force** et la valeur à **-10 kN/m**.



3. Confirmez votre saisie par **[OK]**.
4. Sélectionnez les barres où cette charge doit être positionnée : la poutre de plancher **B3**.
5. Appuyez sur **<ESC>** pour finir la saisie.
6. Appuyez sur **<ESC>** encore une fois pour finir la sélection.



7. Cliquez sur **[Fermer]** pour quitter le **service Charges** et retourner à l'**arborescence principale**.

Remarque :

La ligne de commande inclut un nombre de charges prédéfinies



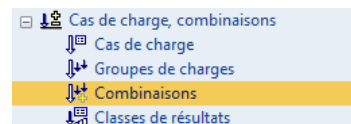
permettant un usage simple et rapide des charges couramment utilisées.

Combinaisons

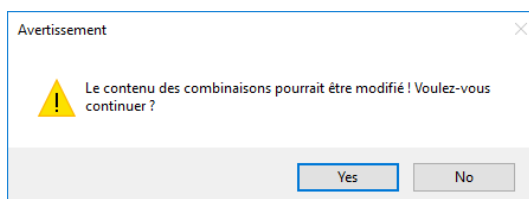
Après la saisie des cas de charges, ceux-ci peuvent être regroupés dans des combinaisons. Dans ce projet, deux combinaisons sont créées : une pour l'Etat Limite Ultime et l'autre pour l'Etat Limite de Service.


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.

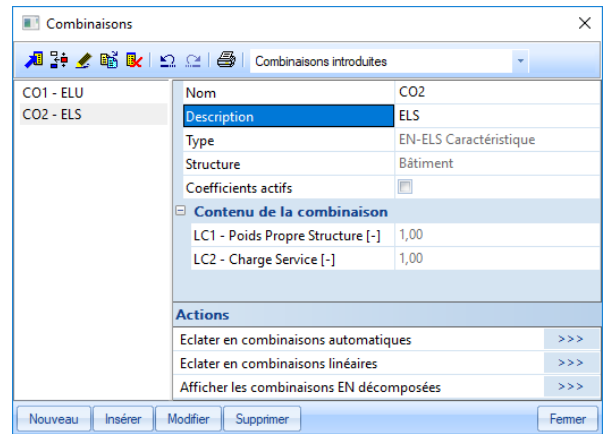
La fenêtre 'Combinaison - CO1' est divisée en deux panes : 'Contenu de la' à gauche et 'Liste des cas de charge' à droite. Les deux panes contiennent une hiérarchie de 'Cas de charge' avec 'LC1 - Poids Propre Structure' et 'LC2 - Charge Service'. En dessous, il y a des champs de saisie : 'Nom' (CO1), 'Coeff' (1), 'Type' (EN-ELU (STR/GEO) Set B), 'Structure' (Bâtiment), 'Description' (ELU), et 'Combinaison non linéaire'. Des boutons 'Ajouter', 'Ajouter tout', 'Supprimer', et 'Tout suppr.' sont disponibles. Des boutons 'OK' et 'Annuler' sont en bas à droite.

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.
7. Confirmez votre saisie avec **[OK]**. The **Gestionnaire de combinaison** est ouvert.
8. Cliquez sur **Nouveau** ou sur  pour créer une seconde combinaison.

9. Changez le **Type** de la combinaison en **EN-ELS Caractéristique**. Tapez "ELS" dans le champ **Description** afin de distinguer les combinaisons.
10. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
11. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer le **Gestionnaire de combinaisons**.

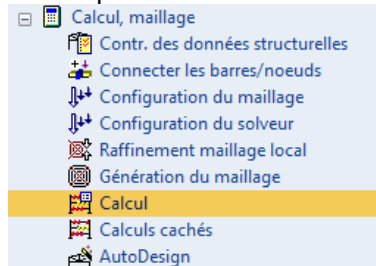


Calcul linéaire

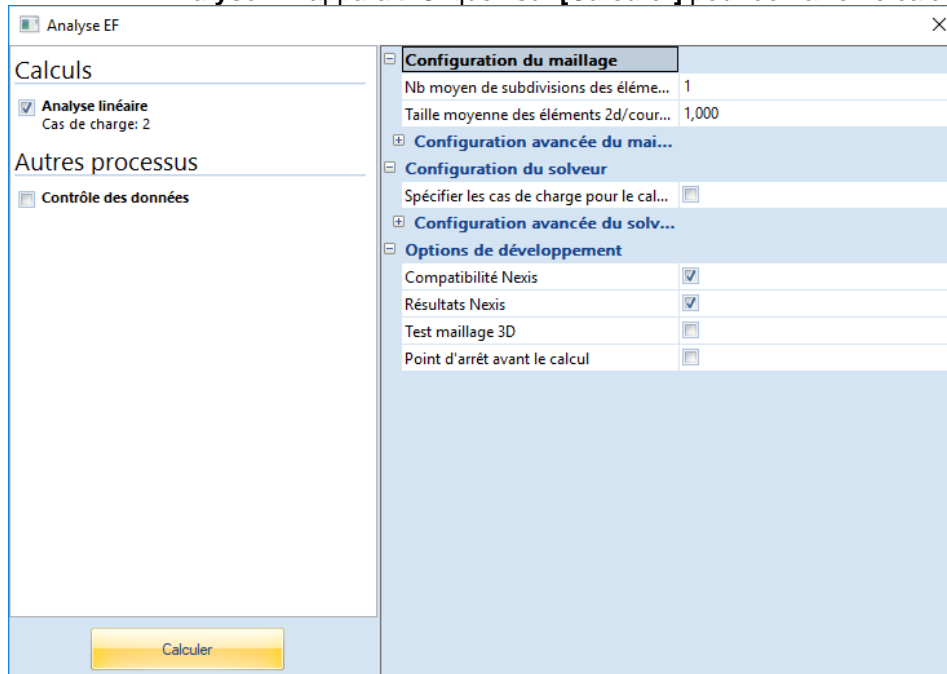
Le modèle de calcul étant prêt, vous pouvez maintenant démarrer le calcul.

Exécuter le calcul linéaire

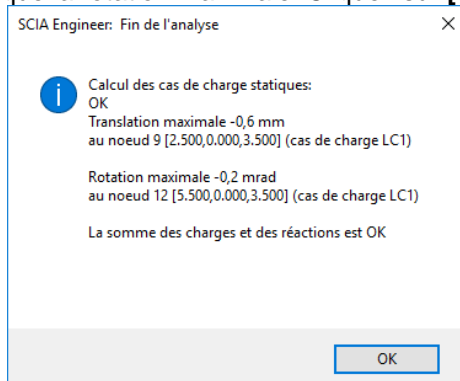
1. Cliquez sur **Calcul** dans l'**arborescence principale** ou sur l'icône  dans la barre d'outils.



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.



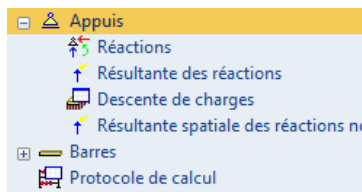
Résultats

Visualisation des résultats

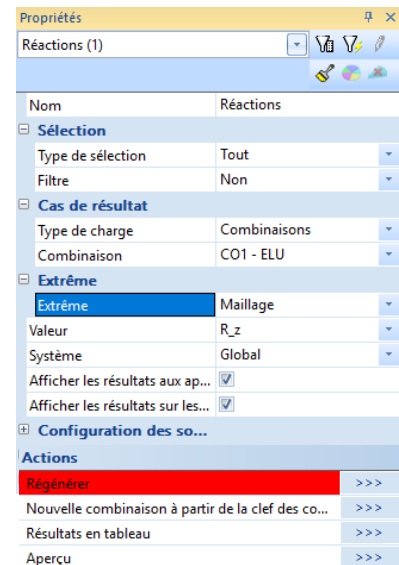
Après que le calcul soit terminé, les résultats peuvent être affichés. Un nouveau service apparaît dans l'**arborescence principale**, d'autre part la fenêtre **Propriétés** annonce que le calcul linéaire est terminé.


Afficher les résultats

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

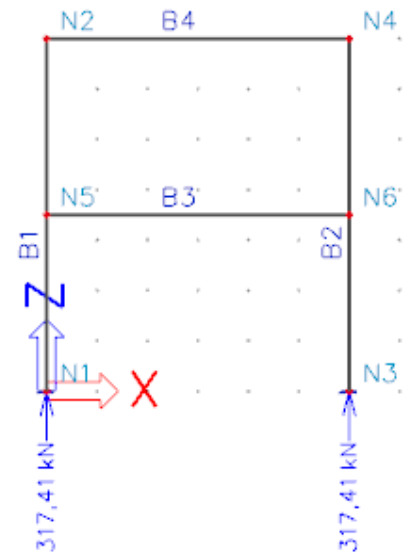


3. Les options dans la **Fenêtre des propriétés** sont configurées de la manière suivante :
 - Le champ de sélection est mis sur **Tout**.
 - Le Type de charges est mis sur **Combinaisons** et la Combinaison est **CO1 - ELU**.
 - Les **Valeurs** demandées sont **Rz**.
 - Le champ **Extrême** est mis 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.



Propriétés

Réactions (1)

Sélection

Type de sélection: Tout

Filtre: Non

Cas de résultat

Type de charge: Combinaisons

Combinaison: CO1 - ELU

Extrême

Extrême: Maillage

Valeur: R_z

Système: Global

Afficher les résultats ...

Afficher les résultats s...

Configuration d...

Configuration d...

Configuration d...

Actions

Régénérer >>>

Nouvelle combinaison à partir de la ... >>>

Résultats en tableau >>>

Aperçu >>>

Prévisualisation note de calcul

Default

Réactions

Calcul linéaire
Combinaison: CO1
Système: Global
Extrême: Maillage
Sélection: Tout

Réactions nodales

Nom	Cas	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	e _y [mm]
Sn1/N1	CO1/1	13,49	201,78	15,36	76,1
Sn1/N1	CO1/2	25,45	317,41	28,93	91,1
Sn2/N3	CO1/1	-13,49	201,78	-15,36	-76,1
Sn2/N3	CO1/2	-25,45	317,41	-28,93	-91,1

Tâches

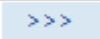
Ligne de commande

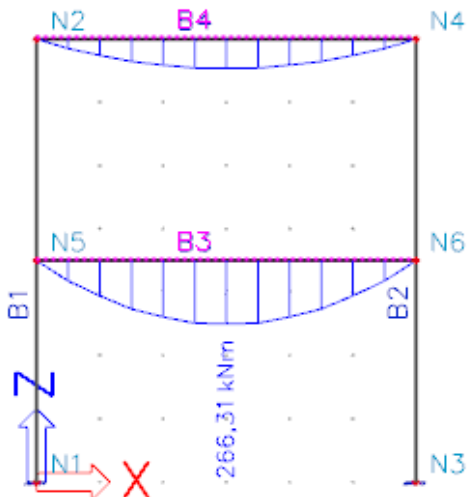
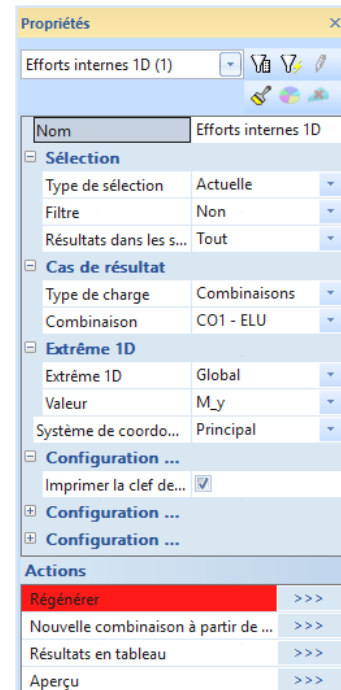
Commande >

Remarque :

L'aperçu apparait 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.

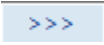


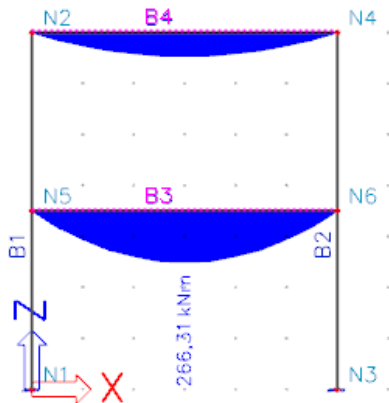
Pour modifier l'affichage des résultats, les configurations de la Fenêtre Graphique peuvent être adaptées.

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.*

Contrôle selon la norme

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 sont vastes :

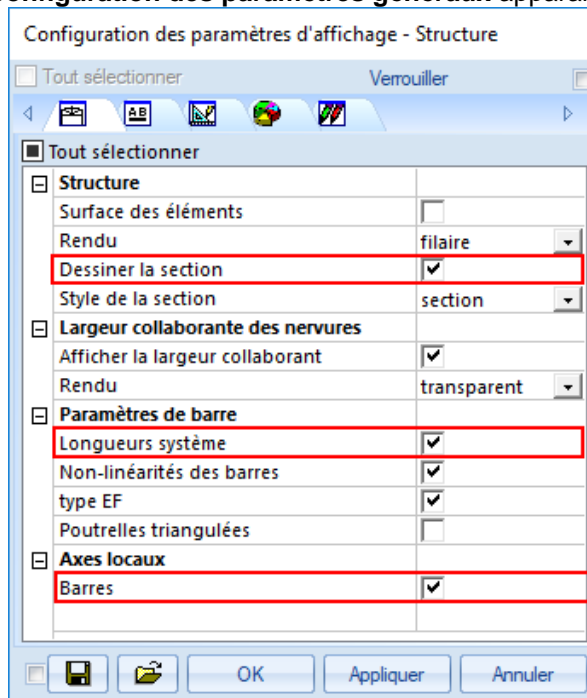
- Saisie de données béton avancées
- Calcul de l'élançement
- Réduction du moment et du cisaillement sur appui
- Calcul théorique du besoin en armature
- Entrée des valeurs pratiques des armatures
- Réponse en capacité
- Limitation des contraintes
- Analyse de l'ouverture des fissures
- Calcul de déformations non linéaires
- Et encore bien plus...

Dans ce tutoriel, nous allons seulement expliquer les bases du calcul du béton. Pour plus d'informations concernant les calculs avancés du béton, nous nous référons à la Formation Béton Avancée. Avant que les calculs du béton 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.

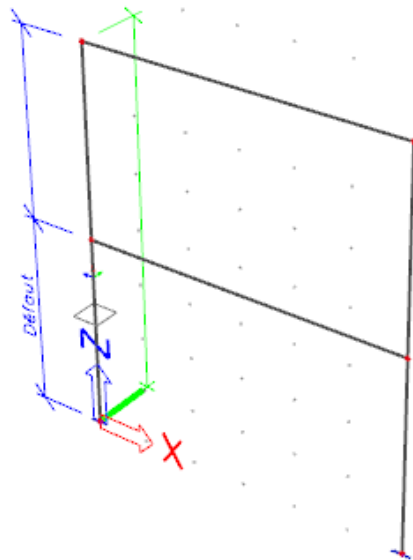
Paramètres de flambement

Affichages des longueurs du système

1. Sélectionnez avec le bouton gauche le poteau **B1**, le premier poteau 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.



4. Activez les options **Longueurs système** et **Dessiner la section** pour afficher les longueurs de référence et la section de la barre.
5. Activez l'option **Axes locaux – Barres** pour afficher le système de coordonnées local de la barre.
6. Confirmez votre saisie avec **[OK]**.
7. Appuyez sur **<ESC>** pour annuler la sélection.

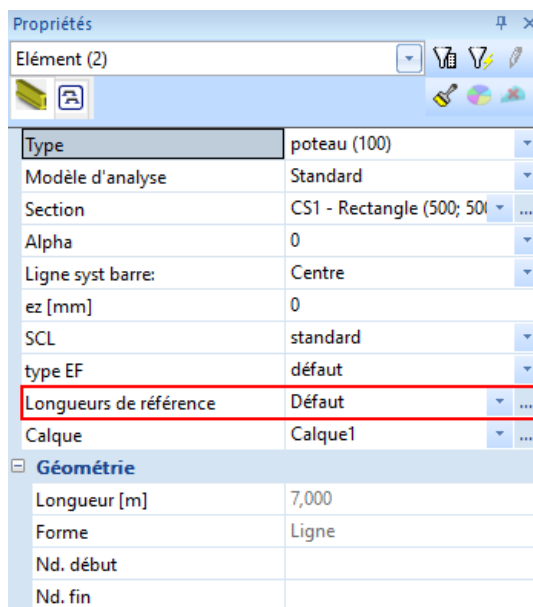


La figure montre que la longueur système L_y pour le flambement autour de l'axe fort (y-y) est 3,5m et L_z pour le flambement autour de l'axe faible (z-z) 7m. La poutre au milieu du poteau supporte donc le poteau pour le flambement autour de l'axe fort.

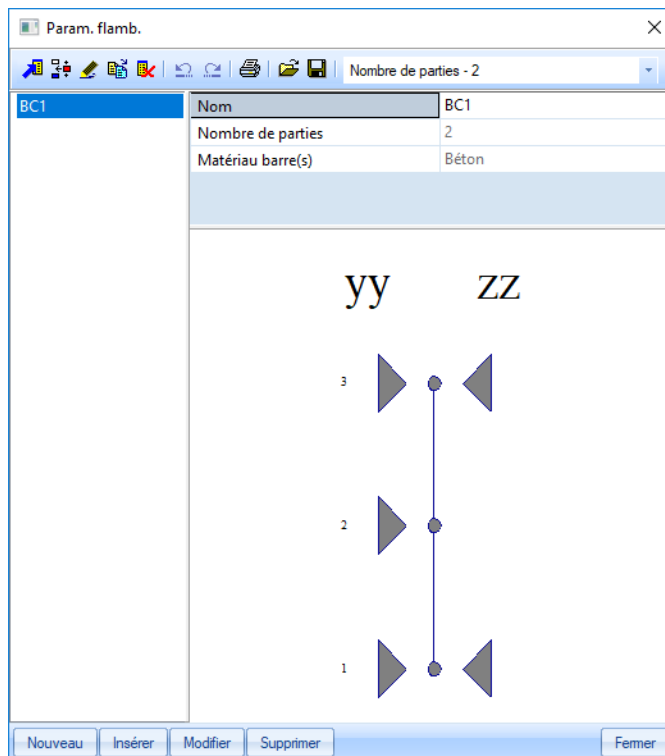
Pour modifier les données de flambement d'une barre, utilisez l'option **Flambement et longueurs relatives** dans la **Fenêtre des Propriétés** de la barre sélectionnée.

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**.

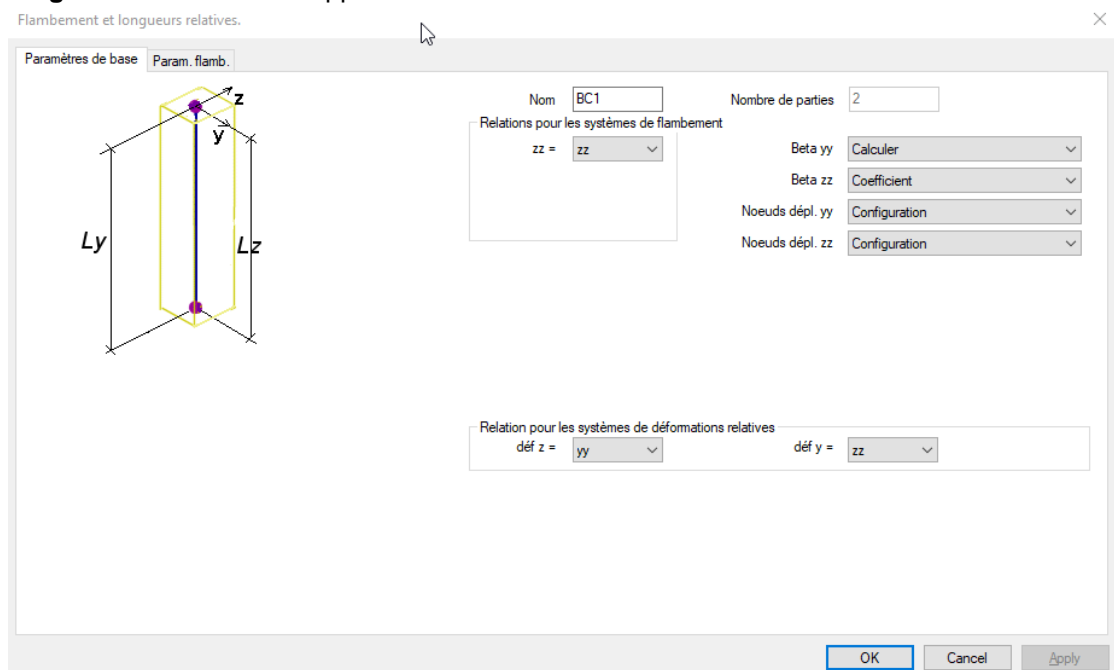


3. Cliquez sur l'icône  derrière **Longueurs de référence**. La fenêtre **Paramètres de flambement** apparaît.



Cette fenêtre montre qu'au milieu, le poteau est supporté pour le flambement autour de l'axe fort (Y-Y) mais ne l'est pas pour le flambement autour de l'axe faible (Z-Z).

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



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**.
- **Beta yy** et **Beta zz** : 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. L'option **Appuis** peut être utilisée pour

déterminer le coefficient de flambement conformément au modèle du poteau de l'Eurocode.

- **Relations pour les systèmes de flambement zz** : dans ce champ, vous pouvez indiquer la longueur de référence selon l'axe faible : si elle est dépendante du système pour l'axe fort (zz=yy) ou si elle est indépendante (zz=zz)
- **Nœuds dépl. yy et Nœuds dépl. zz** : dans ces champs, vous pouvez indiquer si la barre est contreventée ou non dans la direction considérée. Lorsque vous choisissez l'option **Configuration**, les valeurs par défauts (caractéristiques générales du béton) seront utilisées.

*Les configurations par défaut pour les paramètres de flambement sont affichées sous **Béton > Configuration béton (structure) > Option du solveur > Général > Type [déplac. / non dépl.] par défaut**. Par défaut, les deux directions ne sont pas contreventées pour un calcul béton. Ainsi, pour le calcul d'une structure en béton aucun système de contreventement au vent ne sera considéré.*

- **déf z et déf y** : dans ces champs, vous pouvez définir la longueur système à utiliser pour les déformations relatives– la longueur à utiliser pour la vérification des déformations relatives.

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.

- Pour ce projet, nous présumons que les poteaux ne sont pas contreventés dans aucune des deux directions. Par conséquent, les propriétés **Nds dépl** peuvent être placées sur oui pour l'axe fort et l'axe faible.
- Pour ce projet, nous présumons aussi que le poteau est soutenu en son milieu pour le flambement autour de l'axe faible. La propriété **zz** en position (2) peut dès lors être placées sur **Fixe**.

Flambement et longueurs relatives.

Paramètres de base Param. flamb.

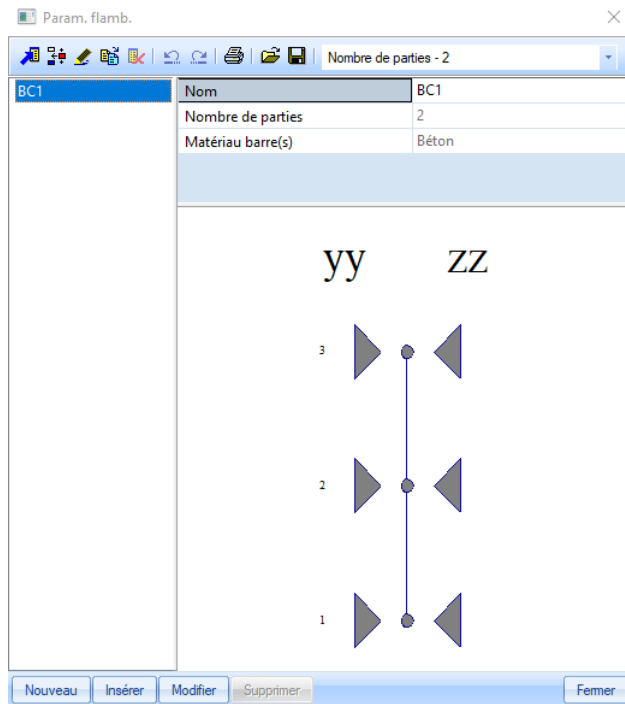
	yy	Nds dépl. yy	zz	Beta zz	Nds dépl. zz	Hauteur totale	auteur totale [n]	my	mz
1	<input checked="" type="checkbox"/> Fixe	Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Fixe	1,00	Oui	Calculer	20,00	1,00	1,00
2	<input checked="" type="checkbox"/> Fixe	Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Fixe	1,00	Oui				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Fixe		<input checked="" type="checkbox"/> Fixe						

Régénérer

OK Cancel Apply

7. Cliquez sur **[OK]** pour fermer cette fenêtre.

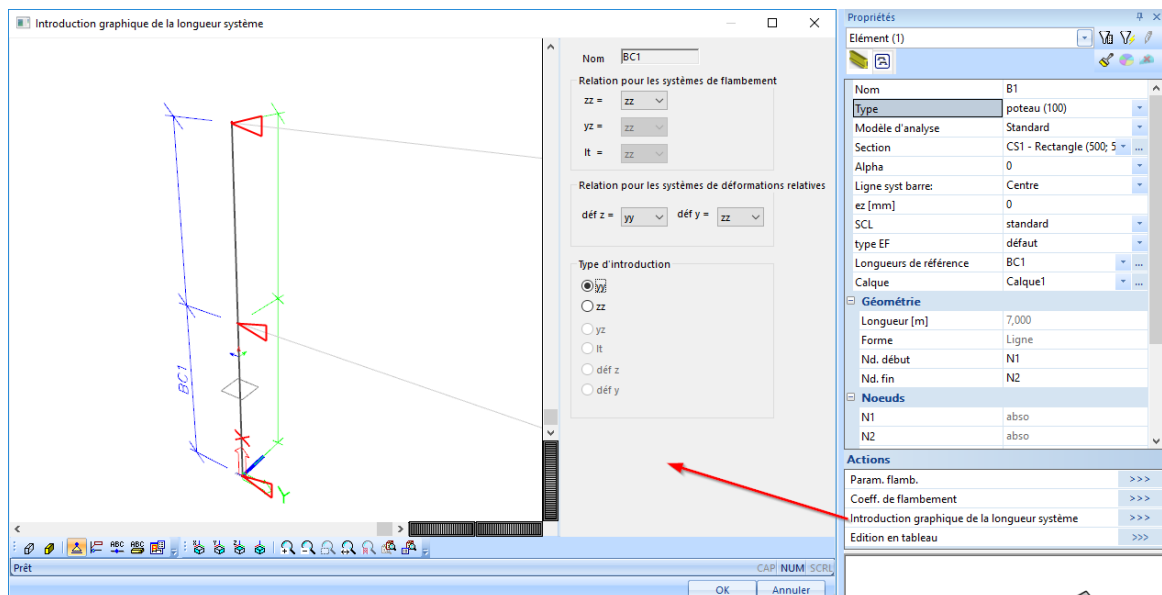
8. La fenêtre **Param Flamb** réapparaît. Cliquez sur **[Fermer]** pour fermer cette fenêtre.



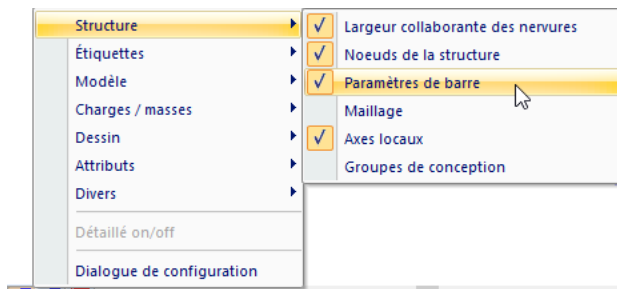
9. La **Fenêtre des propriétés** indique que le paramètre de flambement **BC1** est utilisé pour les poteaux du premier portique.
10. Appuyez sur **<ESC>** pour annuler la sélection.

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 inversément, ou changer les relations entre les systèmes de flambement.*



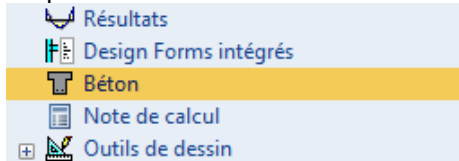
Lorsque les paramètres de flambement sont choisis, vous pouvez continuer avec le contrôle béton. Avant de procéder, désactivez les **Longueurs système** à l'aide du raccourci **Paramètres d'affichage pour tout le modèle**.



Lorsque les paramètres de flambement sont modifiés, vous devez recalculer le projet (voir chapitre calcul linéaire).

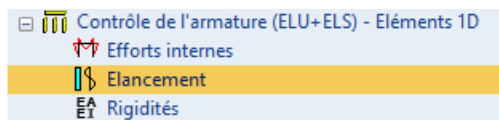
Contrôle béton

Cliquez sur **Béton** dans l'**arborescence principale** pour ouvrir le menu **Béton**

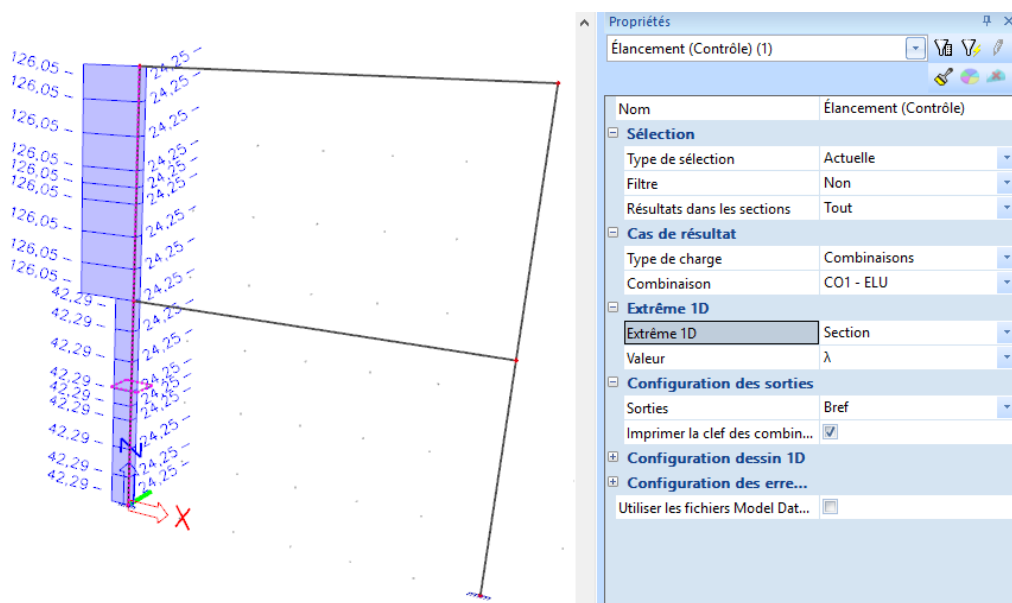


Afficher l'élancement et les longueurs de flambement

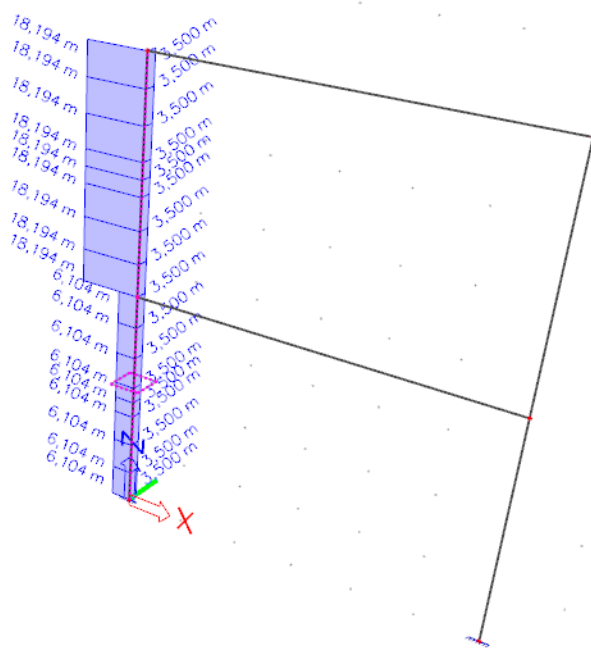
1. Cliquez sur **Contrôle de l'armature (ELU+ELS) > Élancement** dans le menu **Béton**



2. Les options dans la **Fenêtre des propriétés** sont configurées de la manière suivante :
 - Le champ de **Sélection** est mis sur **Actuelle**.
 - Le **Type de charge** est mis sur combinaisons et nous choisissons la combinaisons **CO1 – ELU**.
 - La **Valeur** est mise sur λ .
 - **Extrême 1D** est mis sur **Section**.
3. Sélectionnez le poteau **B1** et appuyez sur le bouton Régénérer >>>.



4. Modifiez le champ **Valeur** en **I** pour afficher les longueurs de flambement autour des deux axes. Appuyez à nouveau sur le bouton **Régénérer** pour rafraîchir la vue.



Propriétés

Élancement (Contrôle) (1)

Nom	Élancement (Contrôle)
Sélection	
Type de sélection	Actuelle
Filtre	Non
Résultats dans les sections	Tout
Cas de résultat	
Type de charge	Combinaisons
Combinaison	CO1 - ELU
Extrême 1D	
Extrême 1D	Section
Valeur	I
Configuration des sorties	
Sorties	Bref
Imprimer la clef des combin...	<input checked="" type="checkbox"/>
Configuration dessin 1D	
Configuration des erre...	
Utiliser les fichiers Model Dat...	<input type="checkbox"/>

Comme il l'était déjà indiqué dans les paramètres de flambement, la longueur de flambement est égale à 3,5m.

Remarques :

La longueur de flambement l_y/l_z est déterminée à partir de la longueur système L_y/L_z multiplié par le coefficient de flambement β_y/β_z . Le calcul de l'élancement est important pour le calcul des armatures des poteaux. Cela va déterminer si nous devons prendre en compte un moment dû au second ordre ou pas. Pour une explication plus détaillée, se référer au document spécifique sur le Béton. Le détail des calculs incluant des formules et des références au code peut être affiché dans l'aperçu du rapport si vous changez le type de **Sorties** en **Détails** et que vous cliquez sur **Aperçu**.

Élancement (Contrôle)

Valeur: I

Calcul linéaire

Combinaison: CO1

Système de coordonnées: Principal

Extrême 1D: Section

Sélection: B1

Propriétés

Élancement (Contrôle) (1)

Extrême 1D	Section
Valeur	I
Configuration des sor...	
Sorties	Détails
Configuration dessin 1D	
Configuration des erre...	
Utiliser les fichiers Model Da...	
Actions	
Régénérer	>>>
Nouvelle combinaison à partir de la clef des combin...	>>>
Contrôle en Section	>>>
Résultats en tableau	>>>
Aperçu	>>>

Prévisualisation note de calcul

Default

$r_{mz} = 1$

Remar: La valeur $r_{mz} = 1$ car l'élément est non tenu autour de l'axe z ou la valeur M_{0z} est nulle.

$C_y = 1.7 - r_{mz} = 1.7 - 1 = 0.7$

$C_z = 1.7 - r_{mz} = 1.7 - 1 = 0.7$

Élancement limite :

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.681 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{0.0605}} = 42.6 \quad (5.13N)$$

$$\lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.681 \cdot 1.1 \cdot 0.7}{\sqrt{0.0605}} = 42.6 \quad (5.13N)$$

Critère d'élancement

$\lambda_y = 42.3 \leq \lambda_{limy} = 42.6$

Remar: L'élancement λ_y est inférieur à λ_{limy} , les effets du second ordre seront donc ignorés.

$\lambda_z = 24.2 \leq \lambda_{limz} = 42.6$

Remar: L'élancement λ_z est inférieur à λ_{limz} , les effets du second ordre seront donc ignorés.

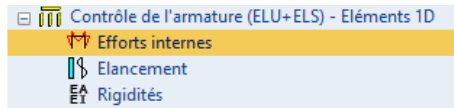
Résumé

Efforts internes pour la vérification des armatures

Les efforts internes obtenus dans le service **Résultats** sont des valeurs obtenues par une analyse aux éléments finis. Pour la vérification du béton nous avons besoin de recalculer ces forces en valeurs de calcul en utilisant diverses règles du code.


Bien que cette commande est nommée de la même manière dans le service **Résultats** et **Béton**, nous allons vous montrer les valeurs de bases et recalculées qui seront utilisées pour obtenir les sections d'armatures nécessaires.

1. Cliquez sur **Efforts internes** dans le menu **Béton** dans le chapitre Contrôle de l'armature – Eléments 1D



2. Les options de la fenêtre Propriétés sont configurés de la manière suivante :

- Le **Type de sélection** est mis en **Actuelle**.
- Le **Type de charge** est mis sur **Combinaisons** et la combinaisons **CO1 – ELU** est choisie.
- La **Valeur** que nous désirons avoir est le moment **M-Med** (qui est la comparaison entre le diagramme du moment basique et celui du moment de calcul).
- Le champ **Extrême 1D** est modifié en **Global** si nécessaire.

3. Sélectionnez **B3** et appuyez sur le bouton Régénérer  .

Efforts internes (Contrôle)
 Valeur: **M-Med**
 Calcul linéaire
 Combinaison: CO1
 Système de coordonnées: Principal
 Extrême 1D: Global
 Sélection: B3

Prévisualisation note de calcul

Efforts internes (Contrôle)
 Calcul linéaire
 Combinaison: CO1
 Système de coordonnées: Principal
 Extrême 1D: Global
 Sélection: B3

Nom	dx [m]	Cas	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
			N _{Ed} [kN]	V _{Edy} [kN]	V _{Edz} [kN]	M _{Edx} [kNm]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]
B3	6,000	CO1/1	0,00	0,00	-177,54	0,00	0,00	0,00
			0,00	0,00	-177,54	0,00	57,84	0,00
B3	0,000	CO1/1	0,00	0,00	177,54	0,00	0,00	0,00
			0,00	0,00	177,54	0,00	57,84	0,00
B3	0,000	CO1/2	0,00	0,00	98,18	0,00	0,00	0,00
			0,00	0,00	98,18	0,00	32,52	0,00
B3	3,000	CO1/1	0,00	0,00	0,00	0,00	266,31	0,00
			0,00	0,00	0,00	0,00	266,31	0,00

Nom	Clé des combinaisons
CO1/1	1.35*LC1 + 1.50*LC2
CO1/2	LC1

4. L'**Aperçu** bref montre en deux tableaux les différences entre les efforts internes provenant de la MEF (méthode aux éléments finis) et les efforts internes recalculés.

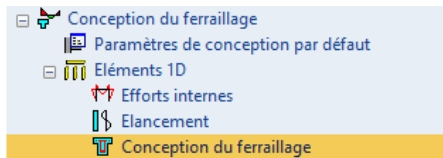
Armatures théoriques nécessaires

La vérification des armatures ne sera effectuée uniquement que pour l'élément **B3**. De toute évidence, la vérification pour les autres éléments sera identique.

Pour l'explication en arrière-plan de ce calcul, merci de vous référer au Document sur le béton.

Armature longitudinale A_s

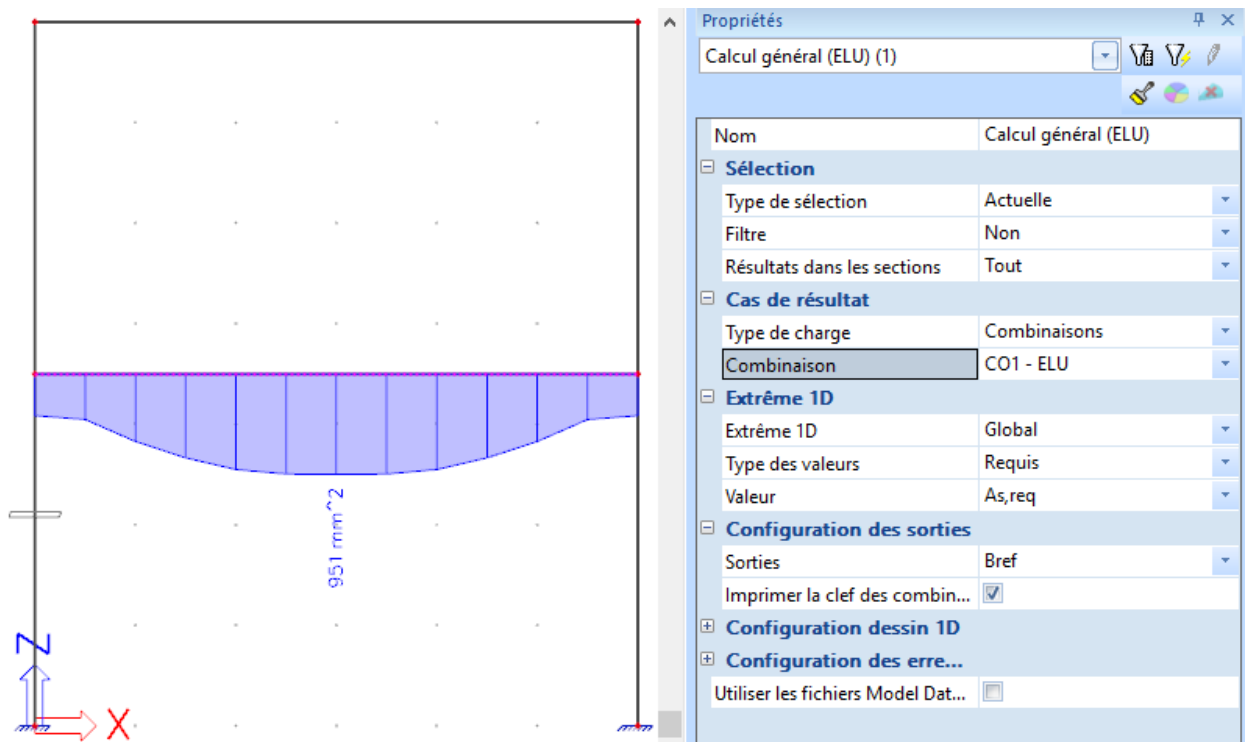
1. Dans le menu Béton, allez dans **Conception du ferrailage > Eléments 1D > Conception du ferrailage**.



2. Les options de la fenêtre Propriétés sont configurées de la manière suivante :

- Le **Type de sélection** est mis en **Actuelle**
- Le **Type de charge** est mis sur **Combinaisons** et la combinaison **CO1 – ELU** est choisie.
- La **Valeur** que nous désirons avoir est **$A_{s,req}$** .
- Le champ **Extrême 1D** est modifié en **Global** si nécessaire.

3. Sélectionnez **B3** et appuyez sur le bouton Régénérer >>> pour afficher les résultats graphiques en fonctions des options précédemment cochées.



4. Cliquez sur le bouton **Aperçu** >>> pour visualiser les résultats sous forme de tableau.

Prévisualisation note de calcul

SCIAENGINEER

Calcul général (ELU)

Calcul linéaire
 Combinaison: CO1
 Système de coordonnées: Principal
 Extrême 1D: Global
 Sélection: B3
 Armature longitudinale requise

Nom	dx [m]	Cas	Member	A _{sz} req+ [mm ²] A _{sz} req bar+ [mm ²]	A _{sz} req- [mm ²] A _{sz} req bar- [mm ²]	A _{sy} req+ [mm ²] A _{sy} req bar+ [mm ²]	A _{sy} req- [mm ²] A _{sy} req bar- [mm ²]	A _{sz} req [mm ²] A _{sz} req bar [mm ²]	A _{sy} req [mm ²] A _{sy} req bar [mm ²]	A _s req [mm ²] A _s req bar [mm ²]	ReinfReq
B3	3,000	CO1	Beam	0 0	951 1005	0 0	0 0	951 1005	0 0	951 1005	[z-]5φ16

Ferraillage d'effort tranchant

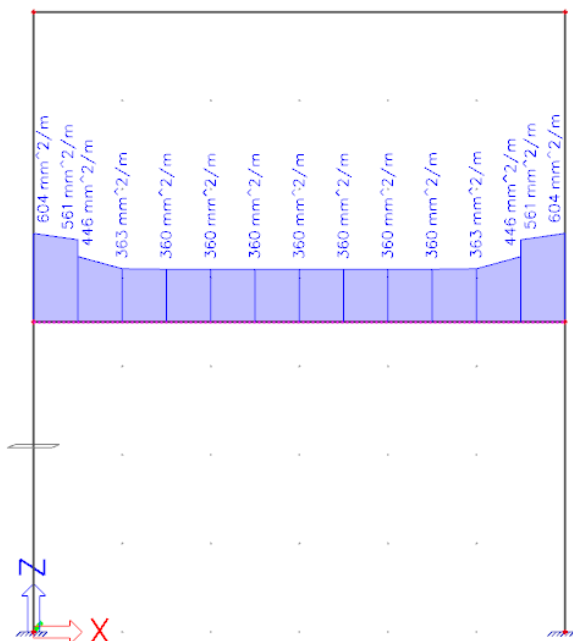
Nom	dx [m]	Cas	Member	A _{swm} req [mm ² /m]	A _{swm} prov [mm ² /m]	ShearReinf
B3	1,500-	CO1	Beam	360	366	φ8/275mm, (ns=2)
B3	0,000	CO1	Beam	604	670	φ8/150mm, (ns=2)

Remarque :

- Les analyses détaillées, les images et explications de toutes les étapes de calcul peuvent être visionnées si la **Sortie** est changée en **Détails**. Au lieu de quelques lignes, il est fort probable que vous ayez beaucoup de pages.
- Alternativement – un bon compromis est d'afficher la sortie **Standard** qui résume le calcul sur une page A4 (approximativement)

Armatures d'effort tranchant A_{swm,req}

1. Maintenant modifiez le champ **Valeur** en **A_{swm,req}** pour modifier le diagramme et afficher les armatures d'effort tranchant nécessaires.
2. Configurez **Extrême 1D** en **Section**.
3. Appuyez sur le bouton **Régénérer** >>> pour afficher les résultats graphiques en fonctions des options précédemment cochées. Optionnellement, vous pouvez aussi visualiser le détail grâce au bouton **Aperçu**.



Vérification des armatures (ELU)

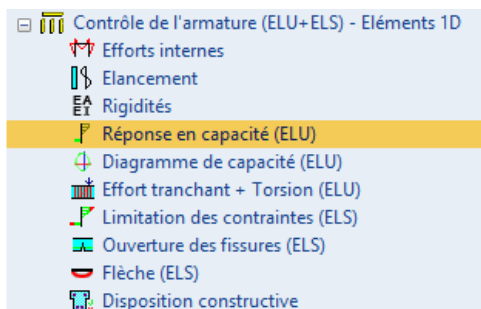
Une fois que vous connaissez la section d'armatures nécessaire, vous pouvez commencer à modéliser les armatures de façon pratique. Cela veut dire que chaque élément du portique va recevoir une représentation graphique claire des armatures longitudinales et des étriers le long de la longueur de chaque membre de ce portique. Cette procédure sera décrite plus loin dans ce tutoriel.

Dans le cas où la connaissance de la disposition des armatures dans la section transversale le long de l'élément est suffisante, il n'y a pas besoin d'utiliser les armatures pratiques. Au contraire, l'outil de vérification de la section peut être utilisé pour élaborer et directement vérifier la section transversale à des endroits particuliers de la poutre ou du poteau.

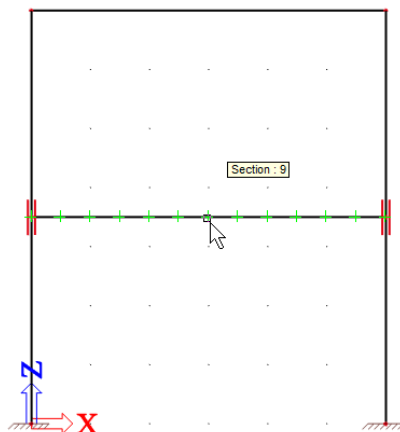
Dans ce tutorial nous allons faire la démonstration de cet outil en vérifiant le diagramme de réponse en capacité sur une poutre et vérifier le diagramme d'interaction sur un poteau.

Vérification de la section – vérification de la réponse

1. Sélectionnez la commande **Réponse en capacité (ELU)** dans le menu **Béton** se trouvant dans le chapitre **Contrôle de l'armature (ELU+ELS) – Eléments 1D**



2. Adaptez les paramètres suivants dans la fenêtre **Propriétés** :
 - **Type de charge** en **Combinaisons**
 - **Combinaison** en **CO1 - ELU**
3. Cliquez sur le bouton **Contrôle en section** >>> et sélectionnez l'élément **B3** avec le curseur de la souris. A ce moment plusieurs croix vertes vont apparaître sur l'élément sélectionné, représentant diverses sections le long de cet élément où nous pouvons effectuer la vérification. Cliquez sur celle du milieu : **Section 9**.



4. Une nouvelle fenêtre **Contrôle en section** s'ouvre. Dans celle-ci vous pouvez définir un certain modèle de disposition des armatures dans cette section en particulier, modifier le diamètre et le nombre de barres et directement voir la valeur obtenue pour le contrôle unité. Le nombre **3.00** avec une croix rouge indique que le ferrailage actuel n'est pas suffisant.

The screenshot shows the 'Section Check (tool)' window. The 'Check' table on the right indicates a failure for 'Capacity-response (ULS)' with a value of 3.00 and a red 'X' status. The 'Résumé de contrôle' table below shows a 'Statut' of 'Pas OK' for the concrete element.

Type d'élément	Fibre / Barre	ϵ_{entr} [%]	σ_{entr} [MPa]	Contrôle strain [-]	Contrôle stress [-]	CU [-]	Limite [-]	Statut
Béton	0	0	0	3.00	3.00	3.00	1	Pas OK
Ferraill.	0	0	0	3.00	3.00			


5. Modifiez le nombre de barres longitudinales dans le cadre rouge (tableau Longitudinal) par 3 et appuyez sur **<Entrée>** et vous voyez directement la valeur recalculée du contrôle unité. Avec cette nouvelle armature la vérification est satisfaisante pour toutes les combinaisons linéaires du CO1.

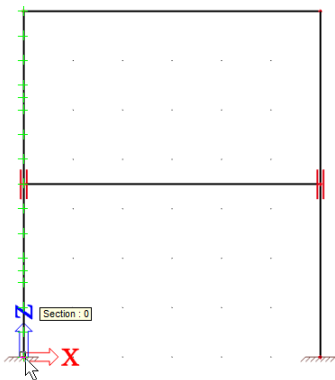
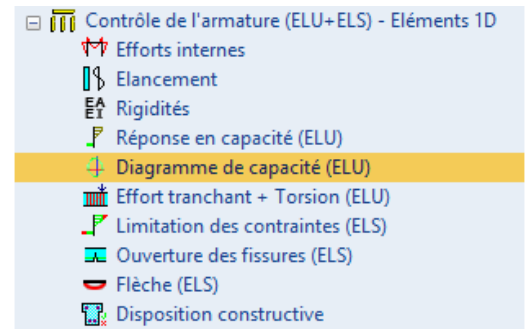
The screenshot shows the same software interface after the number of longitudinal bars has been changed to 3. The 'Check' table now shows a value of 1.00 and a green checkmark status for 'Capacity-response (ULS)'. The 'Résumé de contrôle' table shows a 'Statut' of 'OK' for the concrete element.

Type d'élément	Fibre / Barre	ϵ_{entr} [%]	σ_{entr} [MPa]	Contrôle strain [-]	Contrôle stress [-]	CU [-]	Limite [-]	Statut
Béton	3	-2.46	-16.7	0.70	1.00	1.00	1	OK
Ferraill.	3	22.2	449	0.49	0.96			

6. Fermer le **Contrôle en section** avec la croix rouge en haut à droite.

Vérification de la section – Diagramme de capacité

- Sélectionnez la commande **Diagramme de capacité (ELU)** dans le menu **Béton** se trouvant dans le chapitre **Contrôle de l'armature (ELU+ELS) – Éléments 1D**
- Adaptez les paramètres suivants dans la fenêtre **Propriétés** :
 - Type de charge** en **Combinaisons**
 - Combinaison** en **CO1 - ELU**
- Cliquez sur le bouton **Contrôle en section**  et sélectionnez l'élément **B1** avec le curseur de la souris. A ce moment plusieurs croix vertes vont apparaître sur l'élément sélectionné, représentant diverses sections le long de cet élément où nous pouvons effectuer la vérification. Cliquez sur celle du milieu : **Section 0**.



- La fenêtre **Contrôle en section** s'ouvre. Nous voyons clairement que le contrôle unitaire de la colonne avec les armatures actuelles est satisfait.
- Changez le type de rapport de **Standard** en **Detailed** et descendez vers le milieu de la page pour y trouver le diagramme d'interaction M-N.

The screenshot shows the 'Section Check (tool)' window. On the left, there is a 'Reinforcement (layout)' section with a table for longitudinal bars and stirrups. The main area displays two 'Diagramme d'interaction 3D - Section verticale N-M' plots. On the right, a 'Check' table shows the results of various checks, with 'Capacity-diagram (ULS)' and 'LC1/1 (LC)' both having a value of 0.04 and a status of 'Satisfied' (green checkmark). The overall check status at the bottom right is also 'Satisfied' with a value of 0.04.

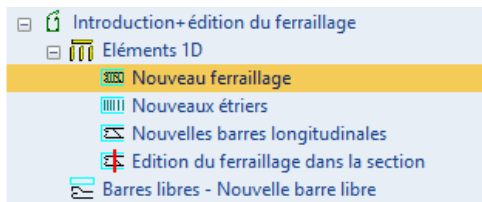
Check	Name	Value	Status
<input checked="" type="checkbox"/>	Internal forces (check)		
<input checked="" type="checkbox"/>	Capacity-response (ULS)		
<input checked="" type="checkbox"/>	Capacity-diagram (ULS)	0.04	✓
<input type="checkbox"/>	Shear-Torsion (ULS)		
<input type="checkbox"/>	Crack width (SLS)		
<input type="checkbox"/>	Stress limitation (SLS)		
<input type="checkbox"/>	Deflection (SLS)		
<input type="checkbox"/>	Detailing provisions		
Extreme			
<input checked="" type="checkbox"/>	LC1/1 (LC)	0.04	✓

- Fermer le **Contrôle en section** avec la croix rouge en haut à droite.

Armatures pratiques

Le chapitre précédent vous a donné un aperçu de la quantité d'armature que vous devez mettre en particulier dans une poutre ou une colonne. Vous pourriez avoir besoin de le représenter graphiquement pour faire une somme des armatures ou pour détailler les plans. Mais vous pouvez aussi entrer des armatures pratiques sans calculs préalables et faire la vérification directement, ceci afin de voir si les sections d'armatures prévues sont suffisantes.

1. Appuyer sur **<Esc>** pour annuler toute sélection.
2. Pour entrer un ferrailage pratique vous pouvez ouvrir le groupe **Introduction+édition du ferrailage** dans le menu **Béton** et sélectionner **Nouveau ferrailage**.



3. Sélectionnez la poutre **B3** avec le bouton gauche de votre souris. Une fenêtre va vous demander de sélectionner le premier point de la zone que vous désirez armer ainsi que le dernier point. Cliquez consécutivement sur le nœud **N5** puis sur le nœud **N6**.

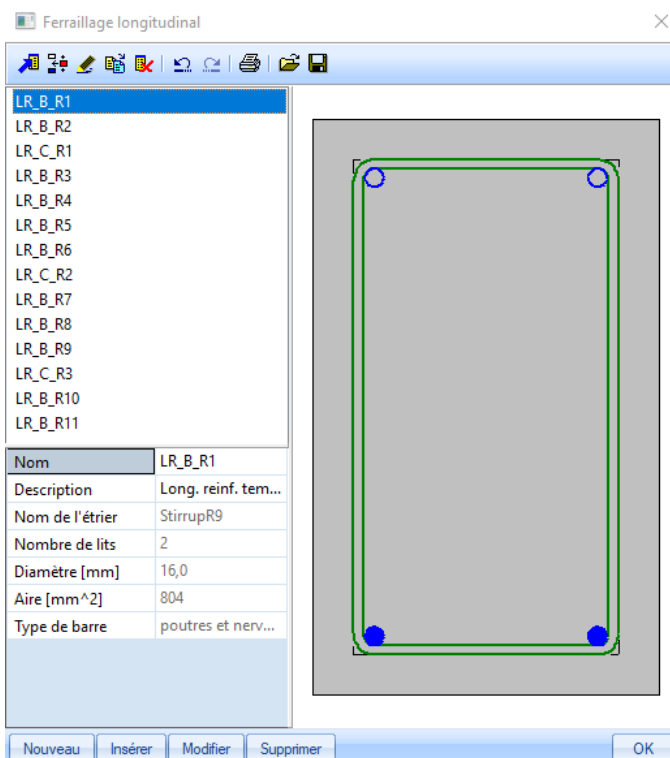
Alternativement, vous pouvez aussi utiliser les raccourcis



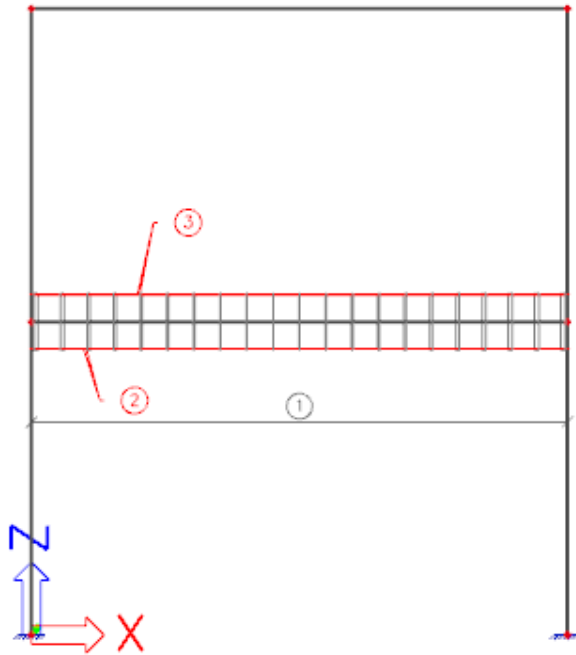
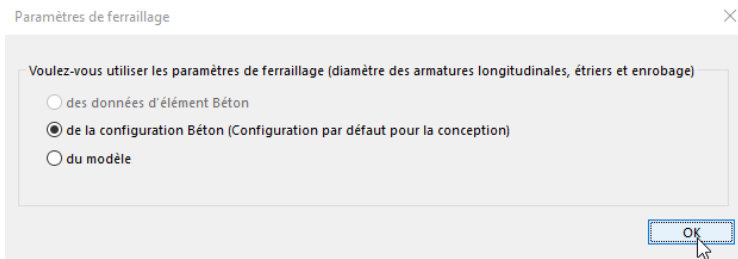
se trouvant dans la **Ligne de commande**.

Sélectionnez la première icône **Ajouter du ferrailage sur toute la poutre** .



4. Le gestionnaire de **Ferrailage longitudinal** va apparaître. Choisissez le premier modèle **LR_B_R1** de la liste et cliquez sur **<OK>**.



5. La fenêtre des **Paramètres de ferrailage** va apparaître juste avant que le ferrailage ne soit ajouté. Sélectionnez l'option du milieu « **de la configuration Béton (Configuration par défaut pour la conception)** » pour spécifier le diamètre des barres et des étriers conformément à la conception par défaut et appuyez sur le bouton **<OK>**.




6. Nous avons calculé que des armatures additionnelles sont nécessaires au milieu de cette poutre. Par conséquent, nous allons ajouter une nouvelle armature dans la zone entre 1m et 5m.

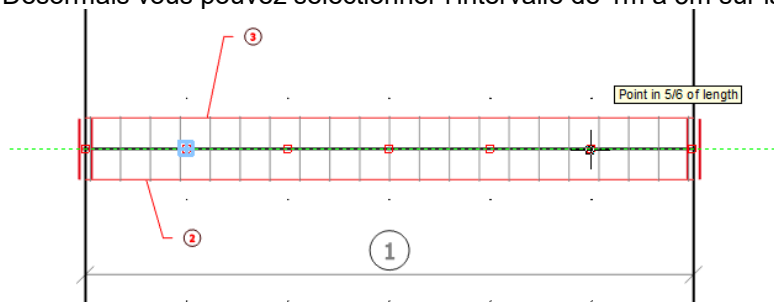
Pour ajouter un nouveau lit d'armature sur l'intervalle sélectionnée, vous pouvez soit utiliser la commande  **Nouvelle barre libre** qui se trouve dans le menu Béton, soit utiliser le raccourci **Ajouter ferrailage longitudinal sur l'intervalle choisie**  dans la **Ligne de commande**.

Lorsque vous actionnez la commande pour ajouter une armature longitudinale sur une intervalle sélectionnée, vous devez commencer par sélectionner la poutre **B3**.

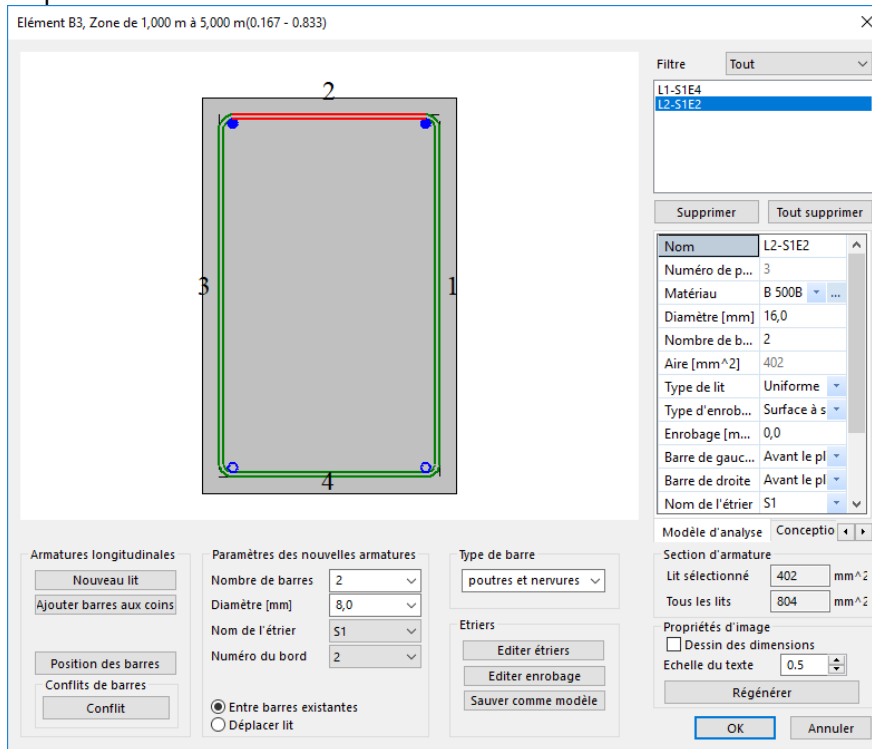
Une fois la poutre sélectionnée, vous devez définir l'intervalle.

Afin de définir de définir l'intervalle, il est judicieux et utile d'utiliser les accrochages du curseur. Par conséquent, cliquez sur l'icône des **Paramètres d'accrochage**  dans la **Ligne de commande**. Dans les Paramètres, activez l'option h) et augmentez le compteur jusqu'à 6 afin de diviser l'élément en 6 portions de 1m.

Désormais vous pouvez sélectionner l'intervalle de 1m à 5m sur la poutre **B3**.



7. La prochaine fenêtre vous montre le nouveau lit d'armature dans la zone de 1m à 5m de **B3**.

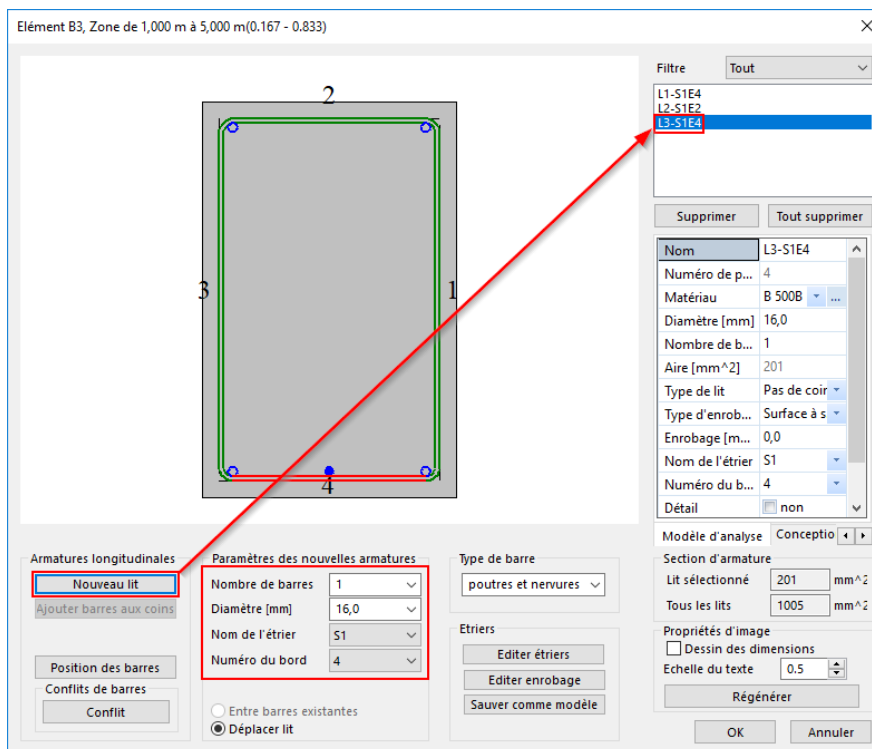


Ici vous pouvez créer de nouveau lit d'armatures en utilisant l'icône dans le coin en bas à gauche. Créer un nouveau lit constitué d'une barre de diamètre 16mm situé au milieu de la face inférieure.


Pour se faire, remplissez les différents paramètres suivants :

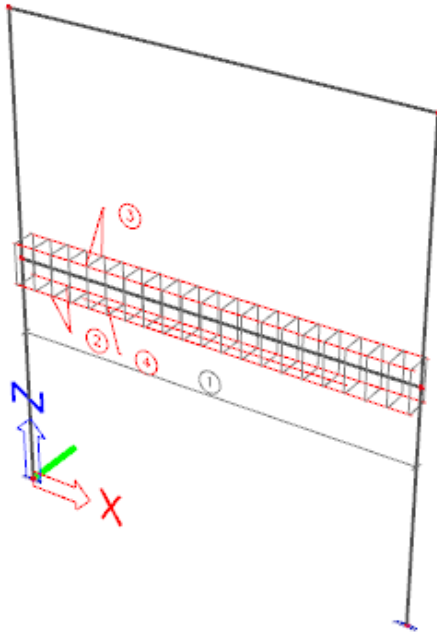
- Nombre de barre : 1
- Diamètre (mm) : 16
- Nom de l'étrier : S1
- Numéro du bord : 4

Lorsque ces nouveaux paramètres d'armatures sont entrés, cliquez sur le bouton **<Nouveau lit>**.




8. Confirmez l'entrée en appuyant sur **<OK>**. Confirmez également les **Paramètres de ferrailage** dans la fenêtre qui apparaît en cliquant sur **<OK>**.

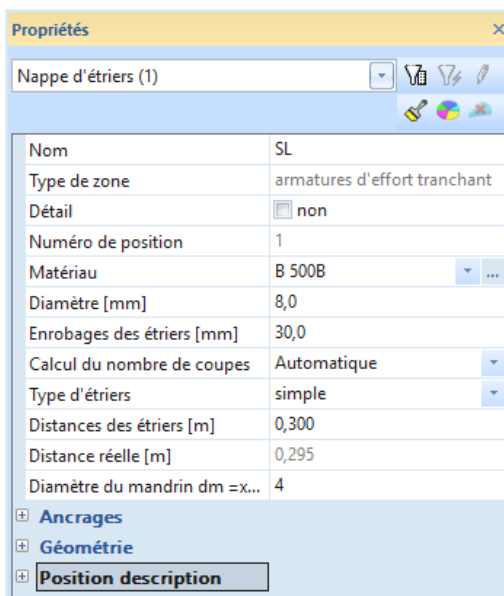
Vous pouvez sélectionner une vue axonométrique en cliquant sur l'icône  se trouvant dans la barre d'outils afin de visualiser la nouvelle armature.



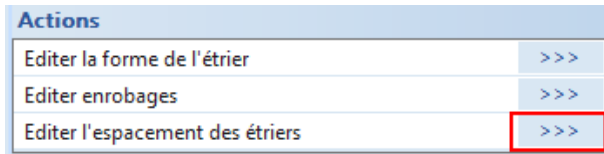
Après avoir entré des lits d'armatures pratiques, ces lits deviennent des données additionnelles de la poutre. Ils peuvent dès lors être copiés facilement sur d'autres poutres.

Les propriétés d'un lit d'armature peuvent être visualisés et modifiés dans la fenêtre **Propriétés**.

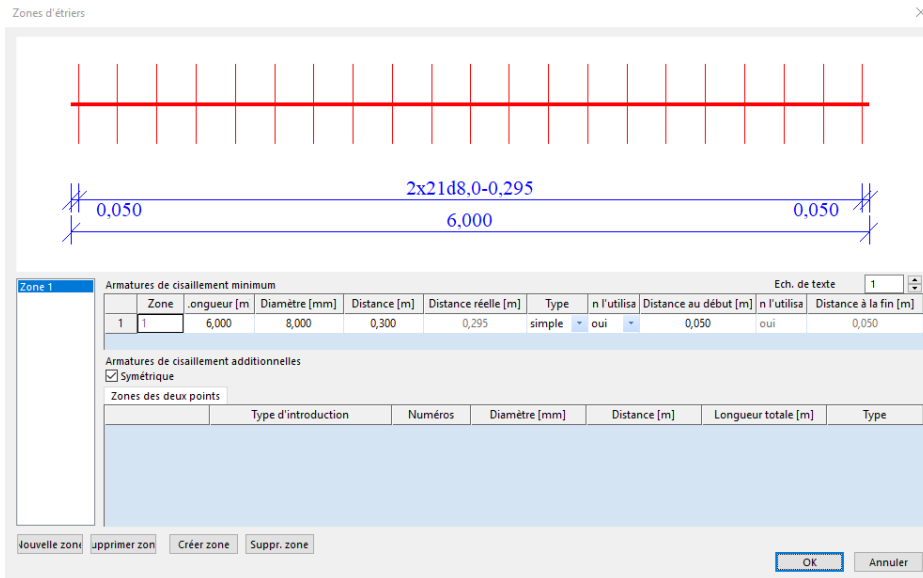
9. Nous allons maintenant adapter le lit qui contient les étriers dans le but de changer la distance entre étriers.
- Sélectionnez le lit d'armature d'étriers en cliquant avec le bouton gauche de la souris sur le digit encadré  en dessous de la poutre.
 - Activez les propriétés de ce lit d'armatures dans la fenêtre **Propriétés** en sélectionnant cette entité à l'aide de votre souris :



- c) Cliquez sur le bouton **Editer l'espacement des étriers** dans le coin en bas à droite :

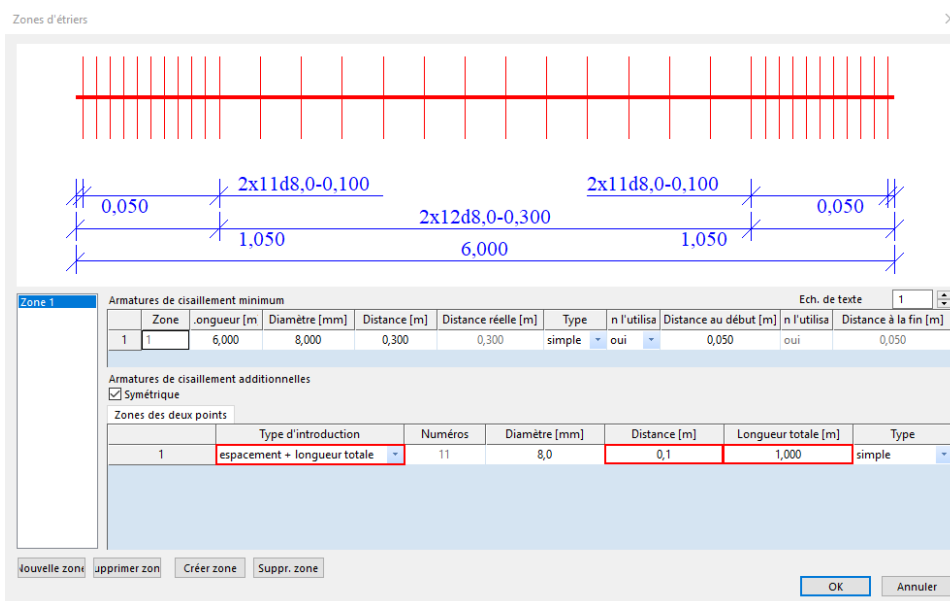


- d) La fenêtre **Zones d'étriers** apparaît

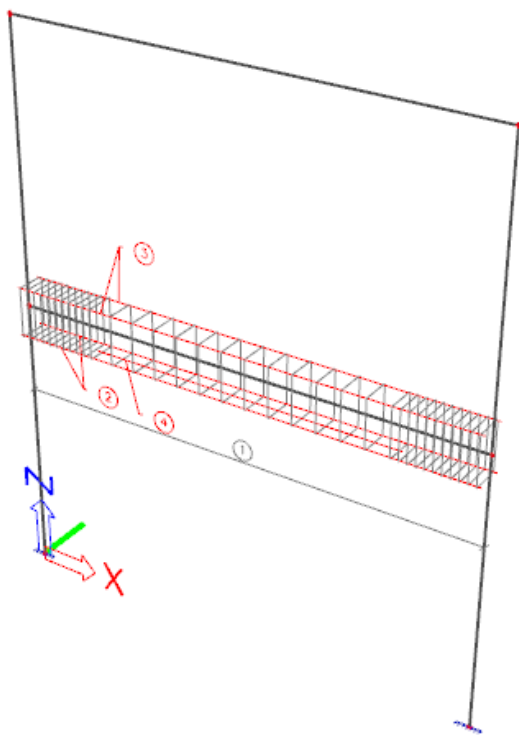


- e) Cliquez sur le bouton **[Créer zone]** pour créer une nouvelle zone.
 f) Changez le Type d'introduction en **espacement + longueur totale**.
 g) Changez le champ **Distance [m]** de **0.300** en **0.100** et prenez une **Longueur totale [m]** de **1**.

Remarquez que les étriers se sont rapprochés car les parties sont automatiquement définies de manière symétriques de chaque côté.



- h) Cliquez sur **[OK]** pour confirmer.



10. La représentation graphique des armatures pratiques peut avoir été modifiée, c'est pour cela qu'une vue 3D peut être obtenue. Pour cela, suivez les étapes décrites ci-dessous :

- a) Clic droit sur un endroit arbitraire de la zone de travail.
- b) Dans le menu déroulant, sélectionnez les **Paramètres d'affichage généraux**. La fenêtre de **Configuration des paramètres d'affichage** apparaît.

Dans l'onglet Béton, les données concernant les armatures se trouvent dans la catégorie **Béton+ferrailage**. Changez les options suivantes :

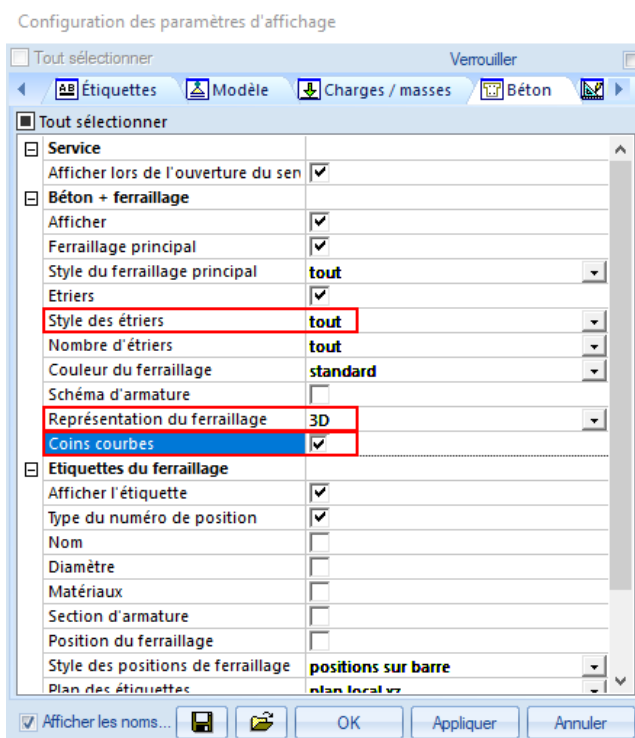
Configurez l'option **Style des étriers** en **tout**.

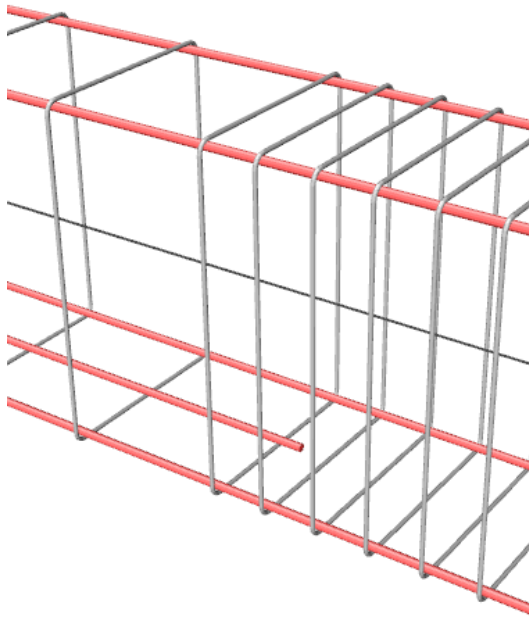
Configurez l'option **Représentation du ferrailage** en **3D**.

Assurez-vous que la case **Coins courbes** est cochée.

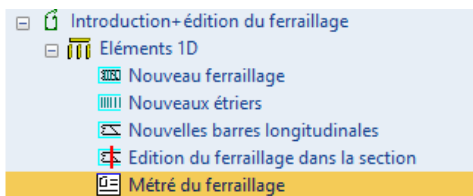
- c) Confirmez votre choix en appuyant sur **[OK]**.

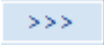
Ci-après se trouve une image d'une partie du ferrailage pratique de la poutre.





11. Il est également possible de montrer un récapitulatif des armatures qui contient une liste du ferrailage pratique dans le projet. La commande **Métré du ferrailage** peut être accessible dans le menu **Béton** sous le chapitre **Introduction+édition du ferrailage**.



Afficher l'Aperçu du rapport en appuyant sur le bouton  .


SCIAENGINEER

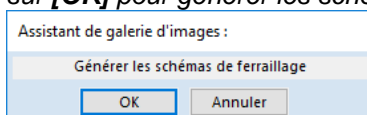
Métré du ferrailage

Sél. : Tout
 La longueur des barres d'armature longitudinales et des étriers est calculée sans tenir compte des rayons de courbure
 Type de numéro de position : Global

Elément	#	∅ [mm]	Matériau	Longueur [m]	Nombre de barres	B 500B longueur [m]	B 500B poids [kg]
B3	1	8	B 500B	2,900	34	98,600	38,9
B3	2	16	B 500B	6,000	2	12,000	18,9
B3	3	16	B 500B	6,000	2	12,000	18,9
B3	4	16	B 500B	4,000	1	4,000	6,3
		8	Total pour diamètre			98,600	38,9
		16	Total pour diamètre			28,000	44,2
			Total du matériau			126,600	83,1
			Total			126,600	83,1

Remarque :

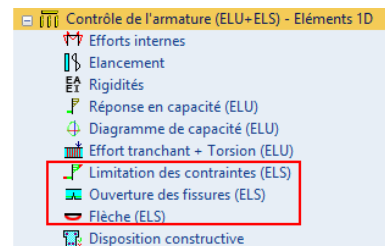
Le générateur automatique d'image créé une image individuelle avec le schéma de ferrailage de chaque poutre ou colonne. Faites un clic droit à l'aide de votre souris dans la fenêtre de modélisation, puis cliquez sur l'option **Assistant image** en bas du menu déroulant  **Assistant Image** et ensuite cliquez sur **[OK]** pour générer les schémas de ferrailage.



Contrôle des armatures (ELS)

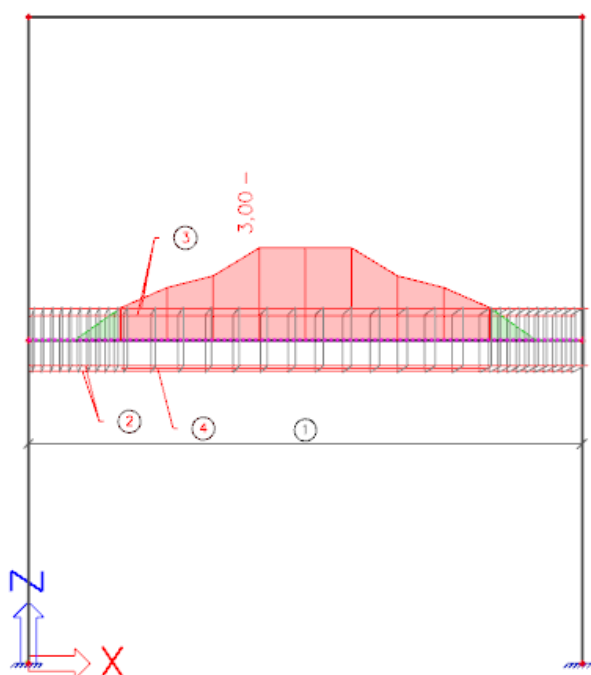
Il existe plusieurs autres vérifications dans SCIA Engineer qui contrôlent aussi l'état limite de service :

- Limitation des contraintes
- Ouverture des fissures
- Flèche



Contrôle des fissures

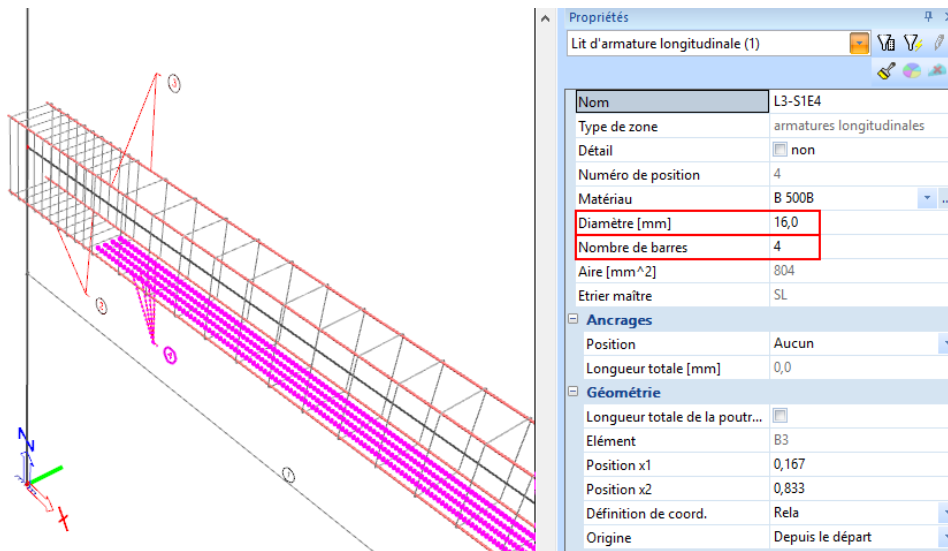
1. Dans le menu Béton, sélectionnez la fonction **Ouverture des fissures (ELS)**.
2. Appuyez sur **<Esc>** pour annuler toute sélection.
3. Les options dans la fenêtre **Propriétés** doivent être configurées comme ceci :
 - **Type de sélection** est mis sur **Actuelle**.
 - **Type de charge** est mis sur **combinaisons** et sélectionnez la combinaison CO2 - ELS. Le programme va automatiquement filtrer les combinaisons valables pour l'ELS.
 - **Valeur** est mis sur **UC** (contrôle unité).
4. Sélectionnez la poutre horizontale B3 à l'aide de votre souris.
5. Cliquez sur le bouton **Régénérer** >>> qui est surligné en rouge. Le contrôle des fissures est effectué et le contrôle unité est affiché sur l'écran.



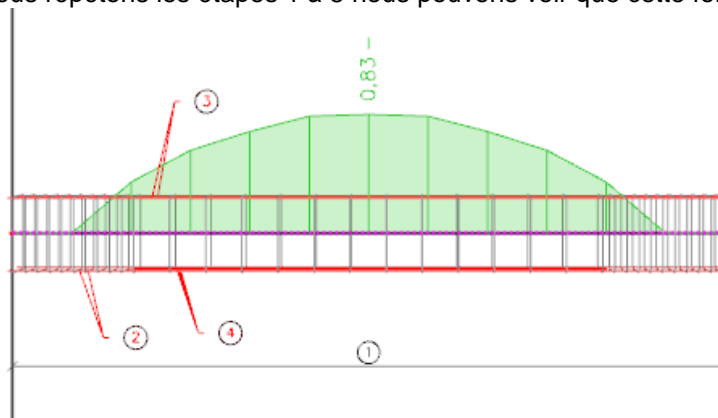
Remarque :

Dans l'Aperçu du rapport, vous pouvez ouvrir les données Brèves, Standard ou Détaillées pour voir le processus de calcul qui a mené à cette valeur du contrôle unité et des contraintes, ainsi que des déformations des sections transversales fissurées ou non

Il est clair en voyant ce résultat que le ferrailage actuel ne satisfait pas le contrôle d'ouverture des fissures. Par conséquent nous allons effectuer quelques modifications au ferrailage pratique. Sélectionnez le lit d'armature 4 et changez le nombre de barres de diamètre 16mm en 4 barres.



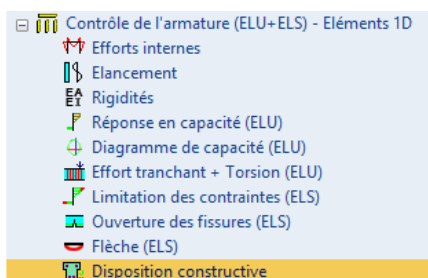
6. Si nous répétons les étapes 1 à 5 nous pouvons voir que cette fois le contrôle unité est vérifié.



Il est maintenant clair que le contrôle de la fissuration est vérifié car nous avons des armatures avec une entre-distance plus courte et donc une ouverture des fissures plus faible.

Dispositions constructives

1. Dans le menu Béton, sélectionnez la commande **Disposition constructive**.



2. La fenêtre **Propriétés** doit être configure comme ceci :

- Le **Type de sélection** est mis sur **Actuelle**.
- Le **Type de charge** n'est pas une information importante pour les dispositions constructives.
- **Les Sorties** sont mises sur **Bref**.
- Le champ **Valeur** est mis sur **UC** (contrôle unité).

3. Sélectionnez la poutre B3 à l'aide du bouton gauche de la souris.

4. Cliquez sur le bouton **Régénérer** >>> et après cela appuyez sur le bouton **Aperçu** dans la section **Actions**.

The screenshot shows the SCIAENGINEER software interface. The main window displays a structural analysis report titled "Check Detailing provisions". The report includes the following data:

Name	dx [m]	Case	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	UC _{long} [-]	UC _{shear} [-]	UC [-]	Check
B3	0,000	LC1	0,00	32,52	0,00	0,99	0,36	0,99	OK
B3	1,500	LC1	0,00	125,28	0,00	0,55	1,07	1,07	NOT OK

The properties window on the right shows the "Check Detailing provisions" settings, including "Type of selection" (Current), "Filter" (No), "Result case" (Load cases), "Load case" (LC1 - Self Weight Constr), "Extreme 1D" (Global), "Output" (Brief), "Run using Model D..." (UC), and "Drawing Setup" options.

5. La valeur du contrôle des armatures de reprise de l'effort tranchant est supérieure à 1,00 sur un certain intervalle. Nous devons donc réduire la distance entre étriers pour satisfaire les dispositions constructives.

- a) Sélectionnez la nappe d'étriers en cliquant avec le bouton gauche de la souris sur le digit

encerclé **1** en dessous de la poutre.

- b) Activez les propriétés de la **Nappe d'étriers** dans la fenêtre **Propriétés** en sélectionnant l'entité dans le menu déroulant en haut de la fenêtre **Propriétés**.

- c) Cliquez sur le bouton **Editer l'espacement des étriers** en bas à droite

- d) La fenêtre Zones d'étriers apparait. Changez la valeur de la **Distance [m]** des **Armatures de cisaillement minimum** de 0,300 à 0,250 et validez en cliquant sur le bouton **<OK>**.

The screenshot shows the "Zones d'étriers" dialog box. The top part displays a diagram of a beam with stirrups. The bottom part shows the "Armatures de cisaillement minimum" table with the "Distance [m]" value highlighted in red and set to 0,250.

Zone	Longueur [m]	Diamètre [mm]	Distance [m]	Distance réelle [m]	Type	n l'utilisa	Distance au début [m]	n l'utilisa	Distance à la fin [m]
1	6,000	8,000	0,250	0,244	simple	oui	0,050	oui	0,050

The "Armatures de cisaillement additionnelles" section is also visible, showing a table with the following data:

Type d'introduction	Numéros	Diamètre [mm]	Distance [m]	Longueur totale [m]	Type
espacement + longueur totale	11	8,0	0,100	1,000	simple

6. Si vous répétez les étapes précédentes, vous pouvez voir que les valeurs deviennent vertes avec une valeur maximale UC = 0,99.

Contrôle des dispositions constructives
 Valeur: UC
 Calcul linéaire
 Cas de charge: LC1
 Système de coordonnées: Principal
 Extrême 1D: Global
 Sélection: B3

Contrôle des dispositions constructives
 Calcul linéaire
 Cas de charge: LC1
 Système de coordonnées: Principal
 Extrême 1D: Global
 Sélection: B3

Nom	dx [m]	Cas	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	UC _{long} [-]	UC _{shear} [-]	UC [-]	Check
B3	1,500-	LC1	0,00	125,29	0,00	0,71	0,87	0,87	OK
B3	0,000	LC1	0,00	32,52	0,00	0,99	0,36	0,99	OK



Remarque :


*Les dispositions constructives sont contrôlées en accord avec les Eurocodes et ses paramètres peuvent être visionnée dans **Configuration béton (structure)** dans le menu **Béton**.*

Document

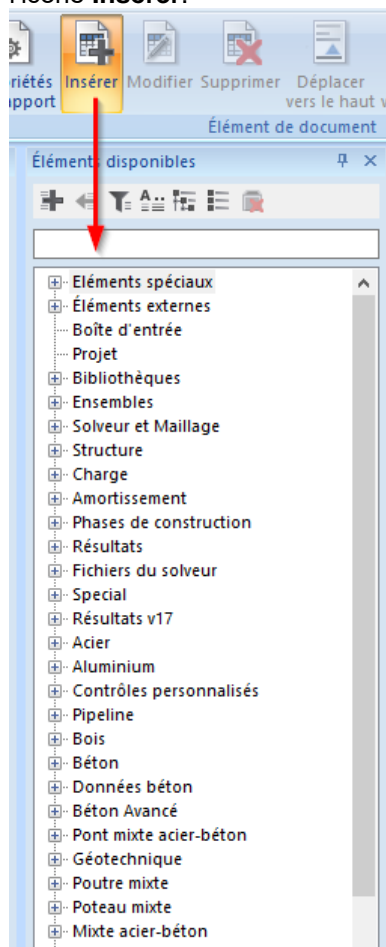
Dans cette dernière partie nous allons vous expliquer comment faire de bons rapports de la conception et des calculs.


Note de calcul

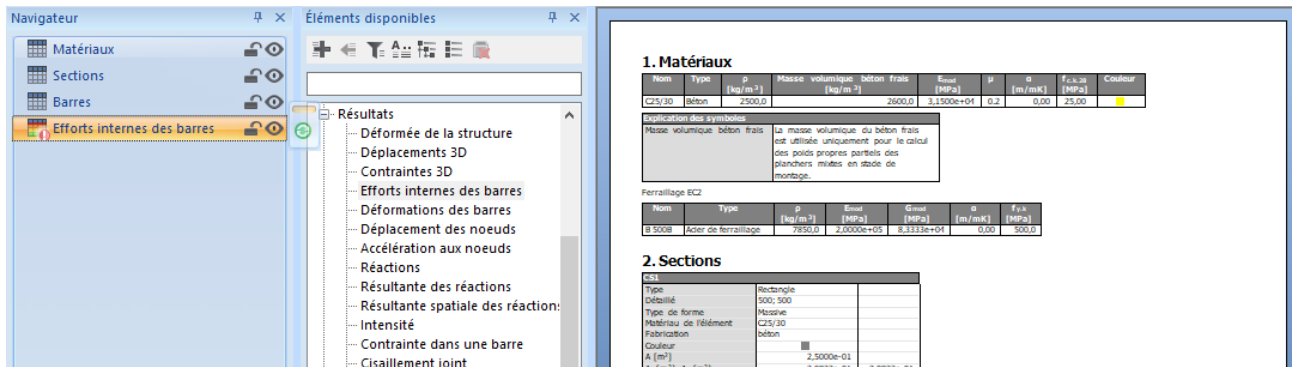
1. Cliquez sur  **Note de calcul** dans l'**arborescence principale** ou cliquez sur l'icône  se trouvant dans la barre d'outils. Du fait qu'aucun rapport n'avait encore été créé auparavant, **Report_1** apparaît directement dans la fenêtre **Gestionnaire de notes de calcul**. Sélectionnez **Report_1** 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 **Efforts internes des barres**.
4. Vous pouvez directement voir ces éléments dans le Navigateur ainsi que sur l'aperçu papier.

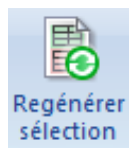


Déplacez les éléments à l'aide de votre souris pour modifier leur ordre.

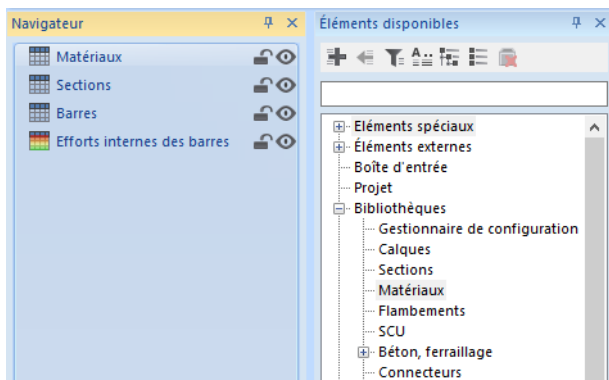
Afficher les résultats dans le document

1. Dans le Navigateur, cliquez sur **Efforts internes des barres**. 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 **My**
- **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 - Rectangle (500; 500)	C25/30	7,000	N1	N2	poteau (100)
B2	CS1 - Rectangle (500; 500)	C25/30	7,000	N3	N4	poteau (100)
B3	CS2 - Rectangle (700; 450)	C25/30	6,000	N5	N6	poutre (80)
B4	CS2 - Rectangle (700; 450)	C25/30	6,000	N2	N4	poutre (80)

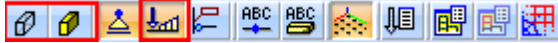
4. Efforts internes des barres

Calcul linéaire, Extrême : Global, Système : SCL
Sél. : Tout
Combinaisons : CO1

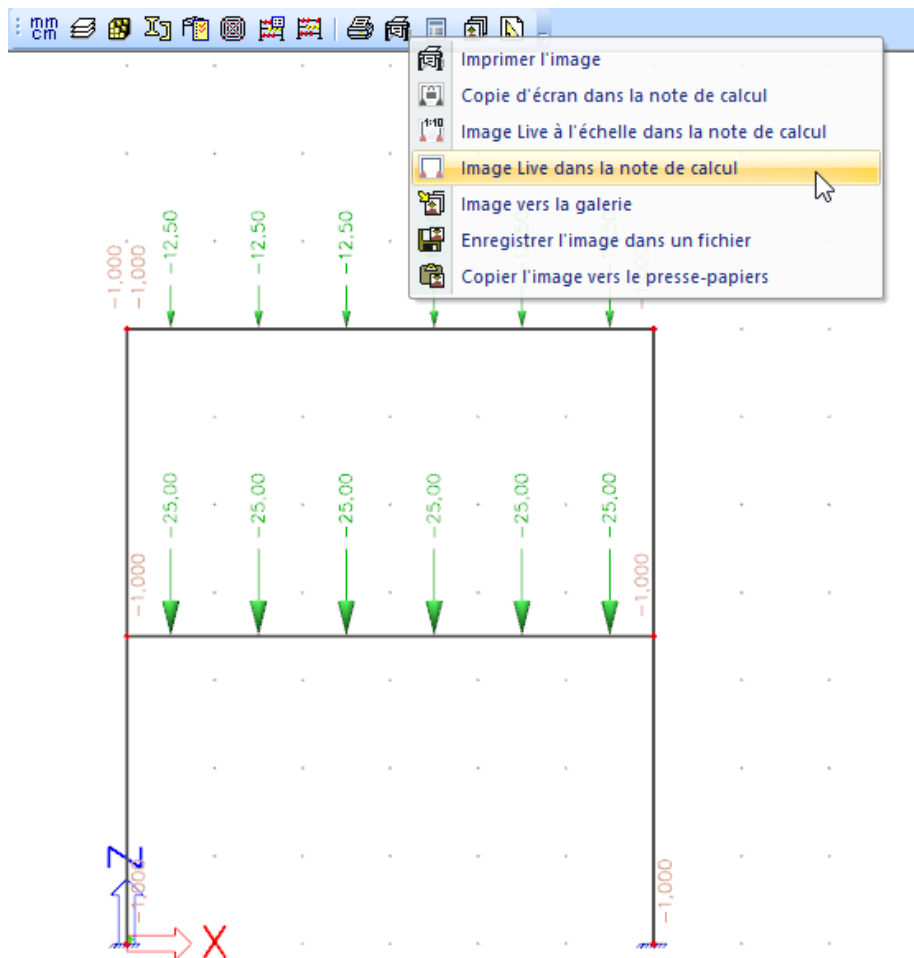
Élément	css	dx [m]	Cas	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	CS1 - Rectangle	0,000	CO1/1	-317,41	0,00	0,00
B3	CS2 - Rectangle	0,000	CO1/2	0,00	143,18	0,00
B3	CS2 - Rectangle	6,000	CO1/1	0,00	-177,54	0,00
B3	CS2 - Rectangle	0,000	CO1/1	0,00	177,54	0,00
B3	CS2 - Rectangle	3,000	CO1/1	0,00	0,00	266,31

Ajouter une image au rapport

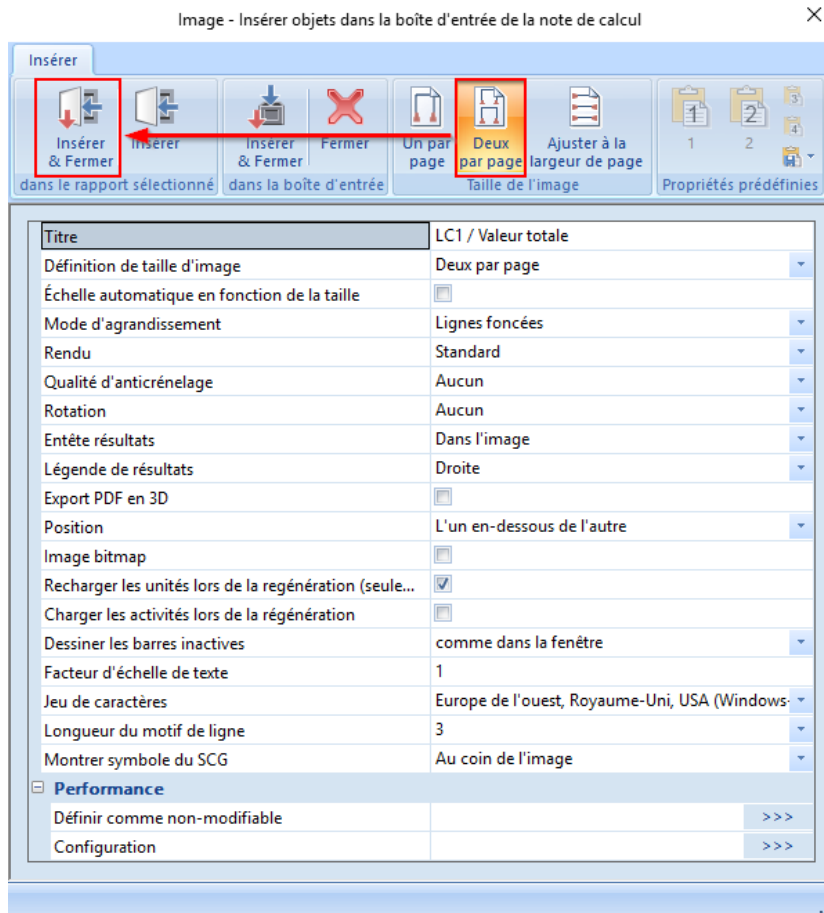
1. N'importe quelle image de l'application SCIA Engineer peut être intégrée dans la note de calcul : soit en tant que capture d'écran (l'image sera permanente et ne changera plus) soit en tant qu'image en direct (qui peut être régénérée et est donc toujours à jour).
2. Préparez n'importe quel emplacement 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.



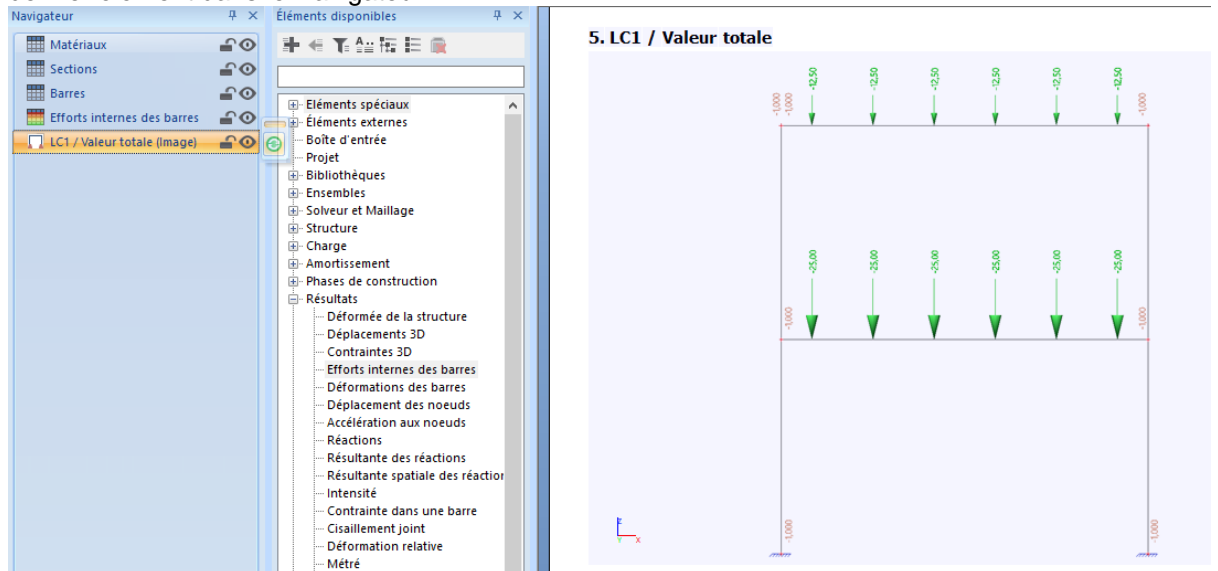
3. Cliquez sur le bouton **Imprimer l'image** dans la barre d'outils et sélectionnez **Image Live dans la note de calcul** dans la note de calcul.



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**.

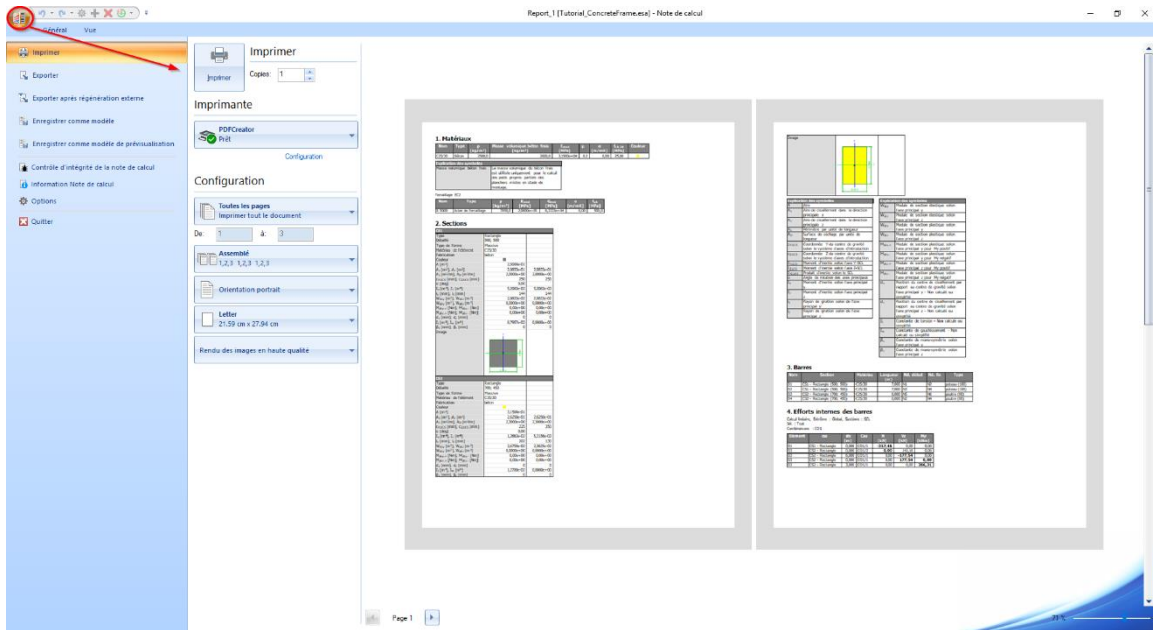


5. Permutez sur l'application Note de calcul, vous pouvez apercevoir l'image comme étant le dernier élément dans le Navigateur.



Imprimer la Note de calcul

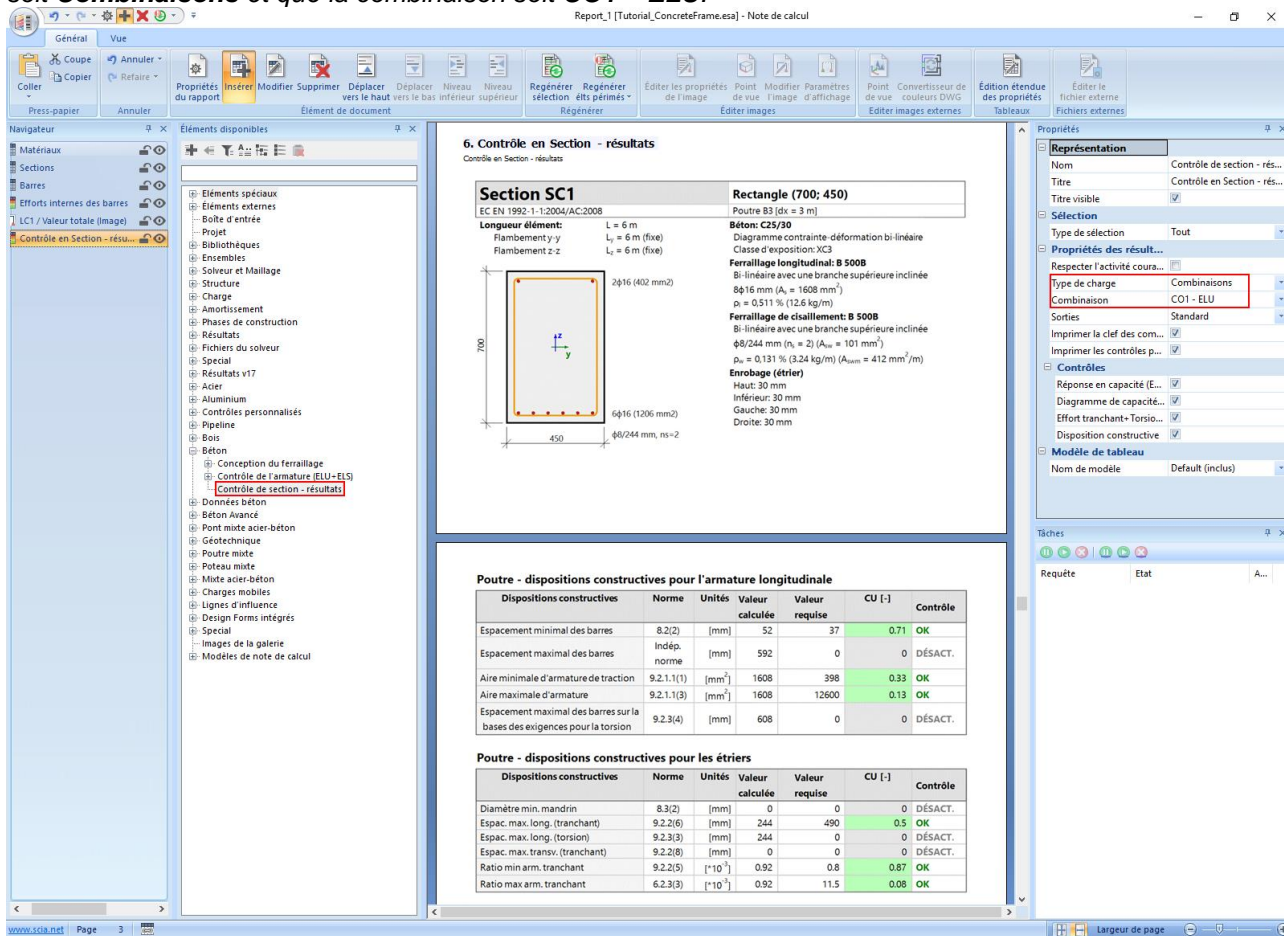
Une fois que le rapport est complet, vous pouvez l'imprimer ou l'exporter sous divers formats (PDF, RTF, HTML) en cliquant sur le bouton en haut à gauche de la fenêtre.



Remarque :

Toute sortie, brève, standard ou détaillée, provenant du **Contrôle** de la section dans **Béton** peut également être facilement ajoutée à la **Note de calcul** grâce à l'élément **Contrôle de section – résultats** se trouvant dans les **Eléments disponibles** dans la **Note de calcul** au chapitre **Béton**.

Une fois l'élément **Contrôle de section – résultats** ajouté, sélectionnez le dans le **Navigateur**, ses propriétés seront alors modifiables dans la fenêtre **Propriétés**. Vérifiez que le type de charge sélectionnée soit **Combinaisons** et que la combinaison soit **CO1 – ELU**.



Epilogue

Dans ce syllabus, les fonctionnalités de base de SCIA Engineer pour entrer une structure en béton incluant le calcul de ce béton ont été introduit à l'aide d'exemples simples.

Après avoir lu le texte et exécuté ces exemples, l'utilisateur sera capable de modéliser et de calculer de simples structures constituées de poutres et de poteaux en béton.

Pour plus d'informations à propos du calcul du béton, merci de vous référer au tutorial avancé sur le béton ou à la plateforme d'aide sur internet.