

# TUTORIEL

## ÉLÉMENT D'INTÉGRATION

Toutes les informations contenues dans ce document sont sujettes à modification sans préavis. Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite, stockée dans une base de données ou un système d'extraction ou publiée, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit, électroniquement, mécaniquement, par impression, impression photo, microfilm ou tout autre moyen sans l'autorisation écrite préalable de l'éditeur. SCIA n'est pas responsable des dommages directs ou indirects dus à des imperfections de la documentation et / ou du logiciel.

© Copyright 2021 SCIA nv. Tous les droits sont réservés.

## Table des matières

<b>Table des matières</b> .....	<b>3</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>Définition et utilisation de l'élément d'intégration</b> .....	<b>5</b>
<b>Saisie d'un élément d'intégration</b> .....	<b>5</b>
<b>Autres paramètres</b> .....	<b>6</b>
Intégration de la résultante par rapport à .....	6
Nombre de sections .....	6
Sélection des éléments pour l'intégration .....	7
SCL .....	7
<b>Résultats de l'élément d'intégration</b> .....	<b>7</b>
<b>Calcul et vérification d'un élément d'intégration</b> .....	<b>9</b>
<b>Paramètres de l'élément d'intégration</b> .....	<b>9</b>
<b>Exemple</b> .....	<b>10</b>

## Introduction

L'élément d'intégration est un outil qui permet d'intégrer les résultats d'un ou plusieurs éléments 1D et 2D, et de les présenter sous la forme d'efforts internes et de déformations d'éléments 1D. Cela signifie que l'élément d'intégration peut afficher les 7 composants d'effort interne 1D :  $N$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ,  $V_r$ , et les 6 composants de déformation 1D :  $u_x$ ,  $u_y$ ,  $u_z$ ,  $\varphi_x$ ,  $\varphi_y$ ,  $\varphi_z$ ,  $U_{total}$ .

En béton armé – par exemple : linteaux, poutres-voiles, poutres-dalles, murs en noyau, etc. – cette représentation peut être utilisée pour calculer le ferrailage de l'élément et le contrôler.

Ce tutoriel explique comment définir un élément d'intégration, détaille ses propriétés, et montre comment obtenir les résultats. Un exemple sera également effectué sur un modèle en béton pour bien comprendre comment calculer et vérifier un élément d'intégration.

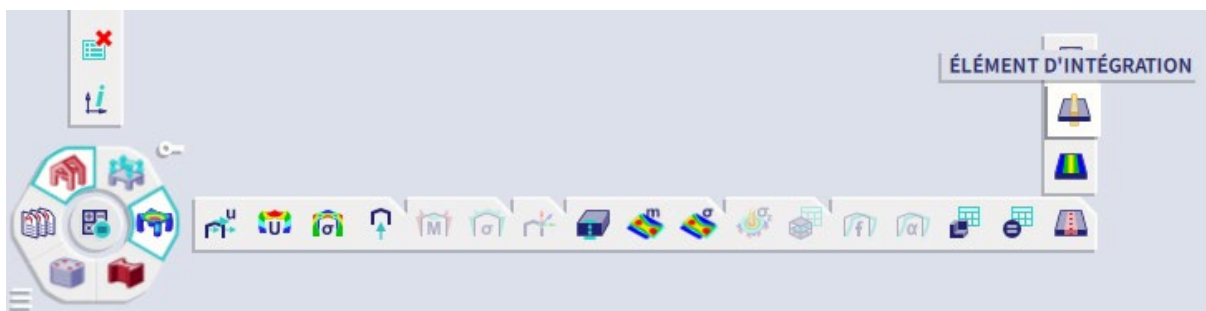
## Définition et utilisation de l'élément d'intégration

### Saisie d'un élément d'intégration

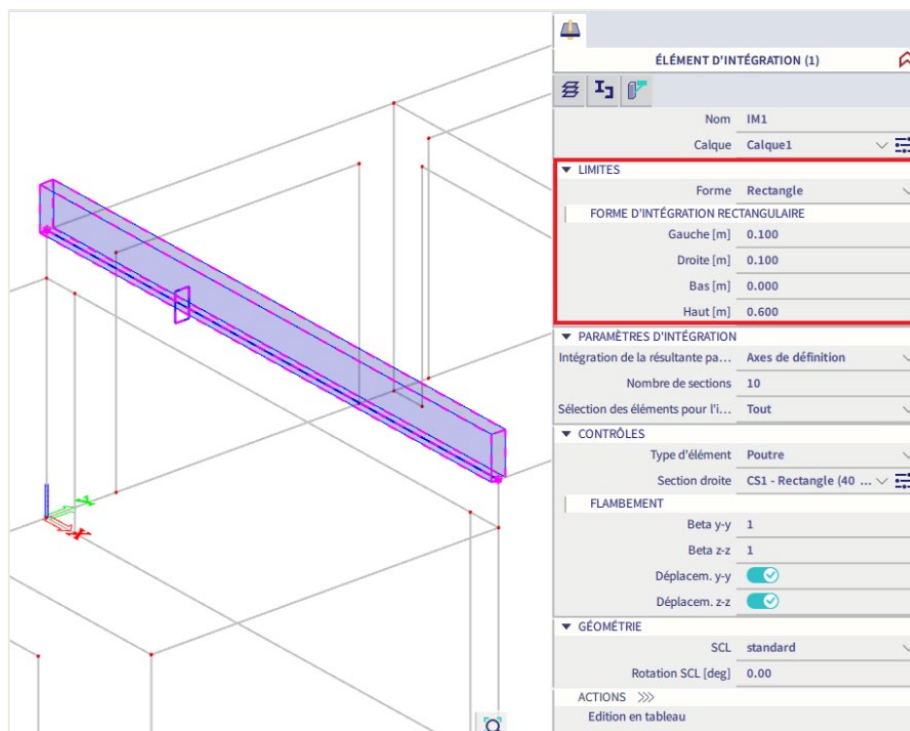
Pour définir un élément d'intégration, vous pouvez simplement l'écrire dans le SCIA Spotlight :



La fonctionnalité se trouve également dans la barre d'outils "Résultats" :



L'élément d'intégration peut être saisi simplement en cliquant sur le début et la fin de l'élément. Puis en le sélectionnant, ses propriétés apparaissent dans le tableau de propriétés : sont définies ici les entités qui sont prises en compte dans l'intégration :



A noter que plusieurs options sont disponibles pour la forme de l'élément dans les propriétés. Prenez-le à votre avantage et utilisez la meilleure forme pour vos projets.

## Autres paramètres

Après avoir modélisé l'élément d'intégration, d'autres paramètres peuvent être édités pour s'assurer que l'intégration est correcte:

Nom		IM2
<b>Limites</b>		
Forme		Rectangle
<b>Forme d'intégration rectangulaire</b>		
Gauche [m]		0.100
Droite [m]		0.100
Bas [m]		0.000
Haut [m]		0.600
<b>Flambement</b>		
Beta y-y		1
Beta z-z		1
Déplacem. y-y		<input checked="" type="checkbox"/>
Déplacem. z-z		<input checked="" type="checkbox"/>
Type d'élément		Poutre
Section		CS1 - Rectangle (400; 200)
Intégration de la résultante par rapport à		Axes de définition
Nombre de sections		10
Sélection des éléments pour l'intégration		Tout
SCL		standard
Rotation SCL [deg]		0.00
Calque		Calque 1

### Intégration de la résultante par rapport à

Ce paramètre a deux options:

**Centre de gravité:** C'est l'option par défaut. Par cette option, le centre de gravité théorique est détectée dans chaque section. L'intégration est alors effectuée par rapport au centre de gravité.

**Axes de définition:** Dans ce cas, la référence est l'axe de définition de l'élément. Si la position de l'axe de définition est différente de celle du centre de gravité théorique, alors les valeurs des moments de flexion  $M_y$  et  $M_z$  sont influencées par l'effort normal agissant sur l'excentricité.

### Nombre de sections

Ce paramètre définit sur combien de sections régulièrement espacées le long de l'élément d'intégration, les résultats seront intégrés et présentés. Il est recommandé de vérifier la précision des résultats. Cela signifie qu'il faut parfois ajuster le nombre de sections.

## Sélection des éléments pour l'intégration

Ce paramètre a deux options:

**Tout:** Par cette option, les efforts internes sont intégrés à partir de tous les éléments qui se trouvent en totalité ou partiellement dans l'élément.

**Personnalisé:** Cette option permet de définir manuellement une liste d'éléments à exclure de l'intégration. Si cette option est sélectionnée, un bouton supplémentaire "Exclure manuellement" apparaîtra dans les propriétés. Ce bouton permet la définition des éléments exclus.

**NB :** Dans le cas où des éléments 1D et 2D sont partiellement dans l'élément (pas entièrement), les résultats sont alors intégrés uniquement à partir de la partie de ces éléments qui se trouvent à l'intérieur de l'élément.

## SCL

Cette propriété spécifie la manière dont les axes locaux de l'élément d'intégration sont déterminés.

L'option "Rotation SCL" peut être utilisée pour définir une rotation des axes locaux de l'élément d'intégration. La rotation est mesurée autour de l'axe longitudinal de l'élément d'intégration, c'est-à-dire par rapport à son axe local X.

A noter qu'il existe d'autres paramètres qui sont utiles pour le calcul du ferrailage. Nous en reparlerons dans un chapitre ci-après.

## Résultats de l'élément d'intégration

Les résultats de l'élément d'intégration sont affichés de la même manière que pour les résultats d'éléments 1D. Il faut simplement cocher la case "Bande/élément d'intégration" pour visualiser les résultats sur l'élément d'intégration:

The screenshot shows the 'RÉSULTATS (1)' dialog box with the following settings:

- Nom:** Efforts internes 1D
- SÉLECTION:** Type de sélection: Tout, Filtre: Non, Résultats dans les sections: Tout
- CAS DE RÉSULTAT:** Type de charge: Combinaisons, Combinaison: ELU-Set B (auto)
- Bande/élément d'intégration:**  (highlighted with a red box)
- EXTRÊME 1D:** Extrême 1D: Elément, Valeur: N, Intervalle:
- Système de coordonnées:** Principal
- CONFIGURATION DES SORTIES:** Imprimer la clef des combinai...

The screenshot shows the 'RÉSULTATS (1)' dialog box with the following settings:

- Nom:** Déformations 1D
- SÉLECTION:** Type de sélection: Tout, Filtre: Non, Résultats dans les sections: Tout
- CAS DE RÉSULTAT:** Type de charge: Combinaisons, Combinaison: ELS-Car (auto)
- Élément d'intégration:**  (highlighted with a red box)
- EXTRÊME 1D:** Extrême 1D: Local, Type des valeurs: Déformations, Valeur: u\_z, Intervalle:
- Système de coordonnées:** Global
- CONFIGURATION DES SORTIES:** Imprimer la clef des combinai...

**Efforts internes 1D:** Les efforts internes sont intégrés à partir de tous les éléments 1D et 2D qui se trouvent dans l'élément d'intégration. Dans le cas où des objets ne sont que partiellement dans l'élément, alors seuls les efforts internes qui se trouvent à l'intérieur de l'élément sont intégrés.

**Déformations 1D:** Pour chaque section de l'élément d'intégration, est déterminée la valeur moyenne de la déformation de tous les éléments à l'intérieur de l'élément.



## Calcul et vérification d'un élément d'intégration

Lors de la modélisation d'une structure en béton, l'élément d'intégration peut être un outil vraiment utile à certaines applications, comme les linteaux, les poutres-voiles, les poutres-dalles, les murs à noyau, etc. La modélisation peut se faire comme un élément 2D, mais en utilisant l'élément d'intégration, les résultats peuvent être lus comme pour un élément 1D. Aussi, il est possible de calculer et vérifier le ferrailage pour ces éléments d'intégration.

### Paramètres de l'élément d'intégration

Il est nécessaire de définir quelques autres propriétés qui seront utilisées pour le calcul et la vérification de l'élément d'intégration:

**Flambement:** Ce groupe contient les propriétés qui sont nécessaires pour le calcul du flambement:

- Beta y-y: définition du coefficient de flambement autour de l'axe y de l'élément d'intégration. La valeur par défaut est 1.0.
- Beta z-z: définition du coefficient de flambement autour de l'axe z de l'élément d'intégration. La valeur par défaut est 1.0.
- Sway y-y: option à cocher pour savoir si l'élément d'intégration peut se déplacer (non contreventé) autour de son axe local y. La valeur par défaut est celle de la fenêtre « Configuration » du type de matériau de l'élément.
- Sway z-z: option à cocher pour savoir si l'élément d'intégration peut se déplacer (non contreventé) autour de son axe local z. La valeur par défaut est celle de la fenêtre « Configuration » du type de matériau de l'élément.

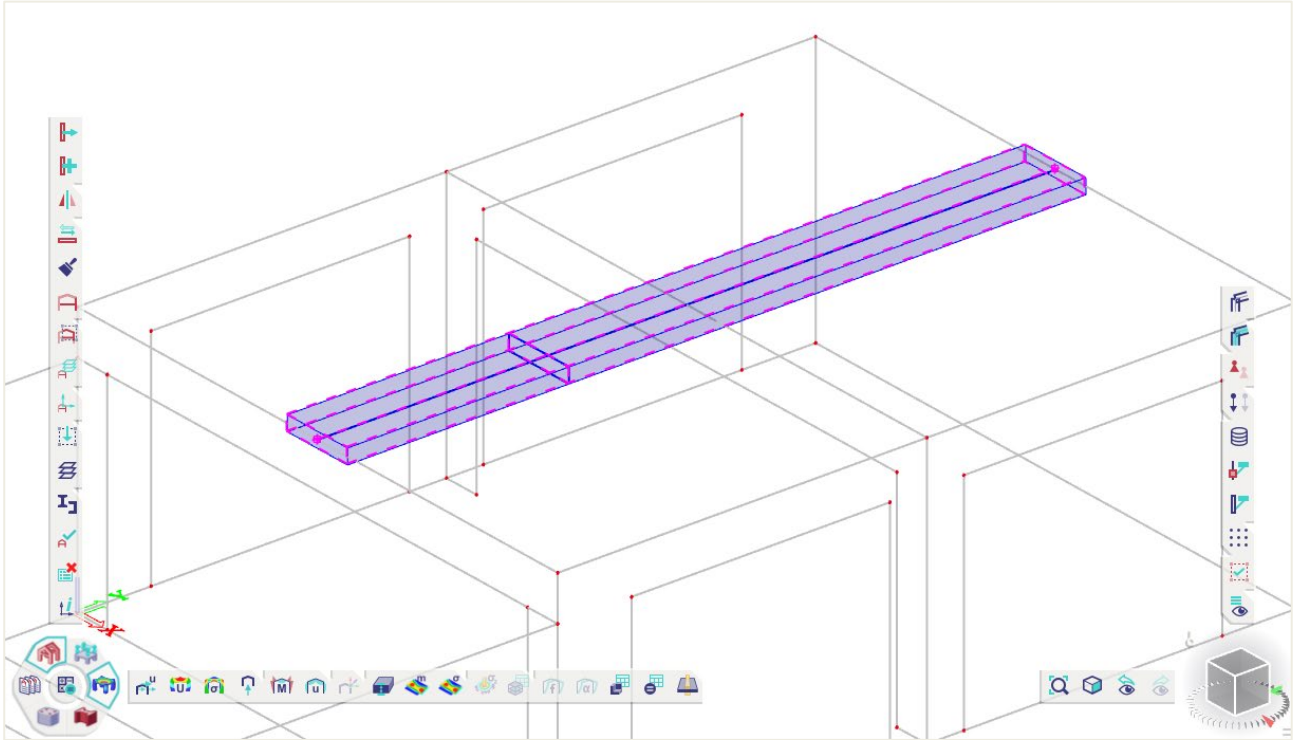
**Type d'élément:** Définition du type d'élément d'intégration. Trois options sont possibles:

- Poutre
- Poteau
- Poutre-dalle

**Section:** Cette propriété spécifie quelle section sera utilisée pour le calcul et la vérification des éléments d'intégration. La section est présentée graphiquement dans la fenêtre 3D, si l'option est cochée dans les paramètres d'affichage.

## Exemple

Dans cet exemple, calculons et vérifions une poutre-dalle. Commençons par définir correctement l'élément d'intégration et ses paramètres. Utilisons une largeur totale de 1m (0,5m à gauche et 0,5m à droite) et une épaisseur de 0,2m (0,1m en haut et 0,1m en bas):



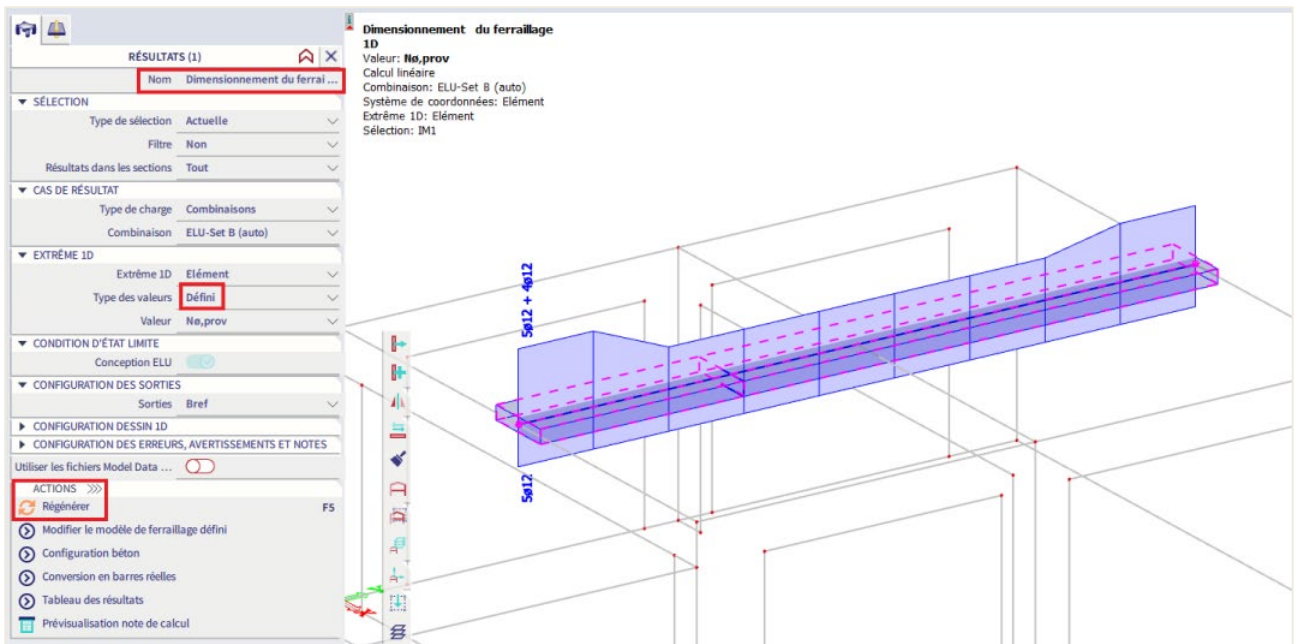
Définissons ensuite le bon type d'élément, c'est-à-dire poutre-dalle, et choisissons la même section. Précisons que l'intégration sera faite selon l'axe de définition:

ÉLÉMENT D'INTÉGRATION (1)	
Nom	IM1
Calque	Calque1
▼ LIMITES	
Forme	Rectangle
FORME D'INTÉGRATION RECTANGULAIRE	
Gauche [m]	0.500
Droite [m]	0.500
Bas [m]	0.100
Haut [m]	0.100
▼ PARAMÈTRES D'INTÉGRATION	
Intégration de la résultante pa...	Axes de définition
Nombre de sections	10
Sélection des éléments pour l'i...	Tout
▼ CONTRÔLES	
Type d'élément	Poutre-dalle
Section droite	CS2 - Rectangle (20 ...
FLAMBEMENT	
Beta y-y	1
Beta z-z	1
Déplacem. y-y	<input checked="" type="checkbox"/>
Déplacem. z-z	<input checked="" type="checkbox"/>
▼ GÉOMÉTRIE	
SCL	standard
Rotation SCL [deg]	0.00
ACTIONS >>>	
Edition en tableau	

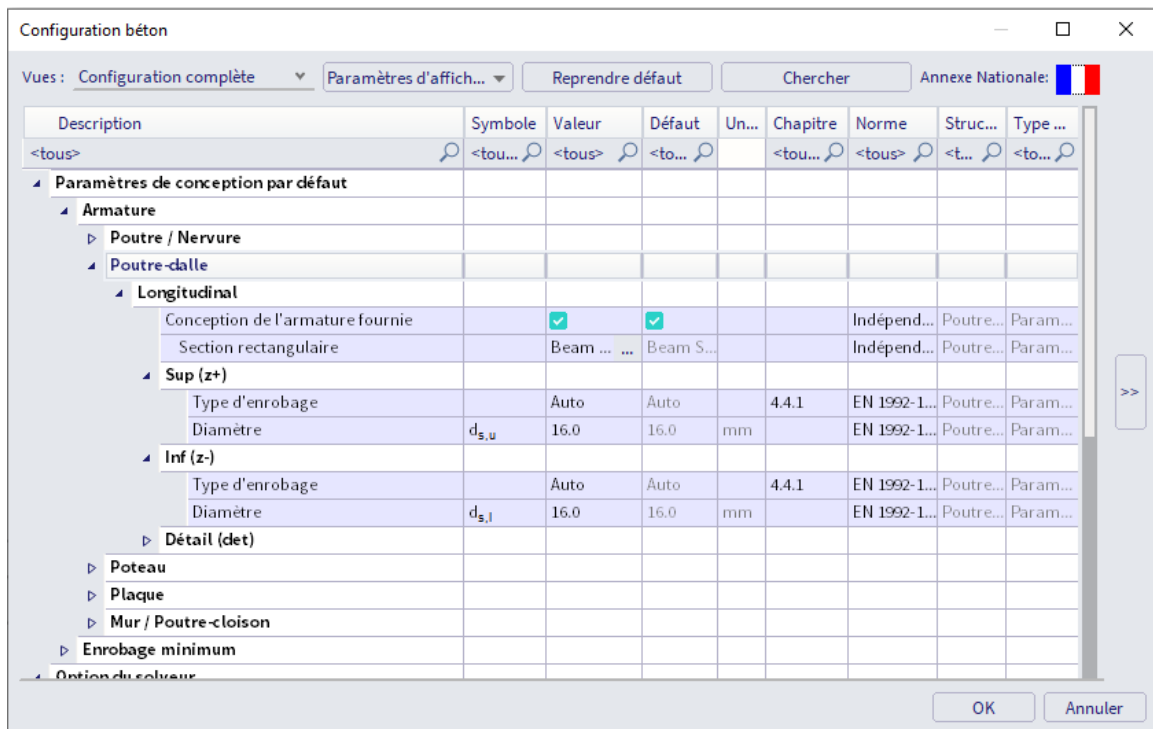
La prochaine étape est de vérifier les efforts internes 1D. Si nécessaire, nous pouvons ajuster le nombre de sections et les éléments sélectionnés pour l'intégration.

Une fois que les efforts internes 1D sont calculés, nous pouvons utiliser cet élément pour calculer et vérifier le ferrailage.

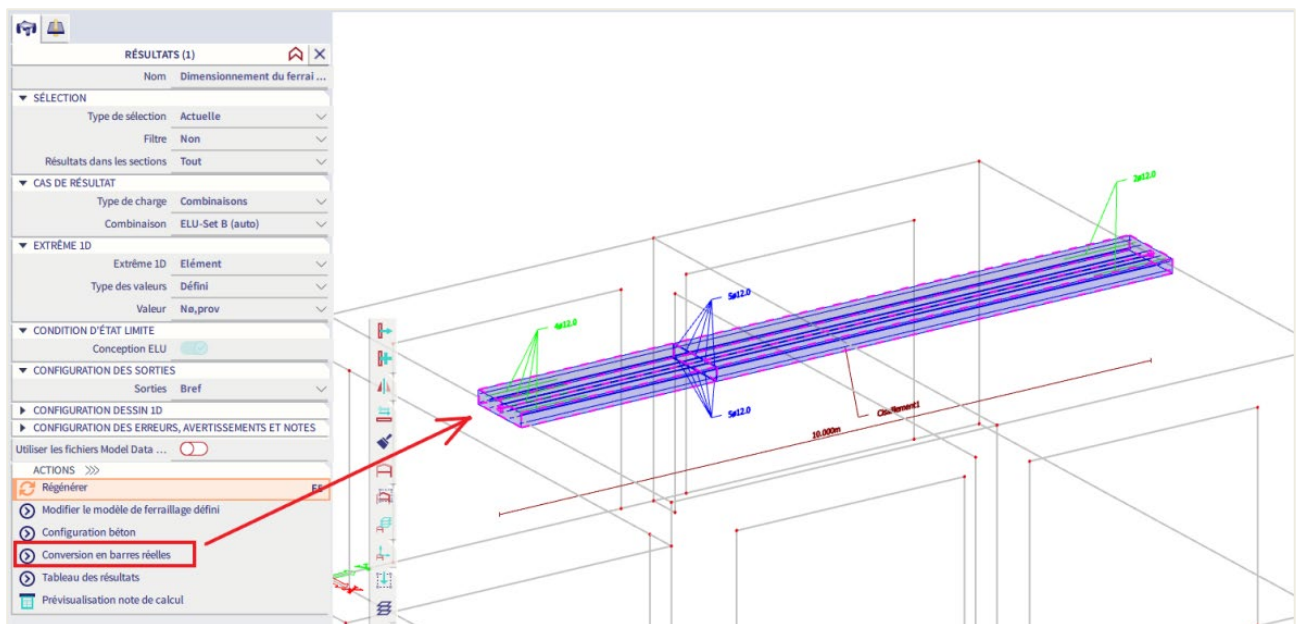
Allons simplement dans le "Calcul du ferrailage des éléments 1D » et regardons le ferrailage défini:



A noter que le modèle de ferrailage défini peut être changé dans la “Configuration Béton” en fonction du type d’élément choisi:



Le ferrailage défini doit ensuite être converti:



Enfin, lorsque le ferrailage défini est converti en ferrailage pratique, ce ferrailage peut être utilisé pour effectuer les contrôles de béton.