



# Évolutions

## Advance Design 2025



# Table des matières

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Bienvenue dans Advance Design 2025 .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Liste rapide .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Nouvelles fonctionnalités de calcul .....</b>  | <b>11</b> |
|           | 3.1. Modificateurs de rigidité des éléments surfaciques .....   | 11        |
|           | 3.2. Mise à jour des éléments finis Q4 .....  | 21        |
|           | 3.3. Nouvelle méthode de report des charges des parois .....  | 24        |
| <b>4.</b> | <b>Modélisation .....</b>   | <b>28</b> |
|           | 4.1. Générateur de structures photovoltaïques .....   | 28        |
|           | 4.2. Définition d'éléments surfaciques par 2 points .....   | 35        |
|           | 4.3. Conversion bidirectionnelle des parois en éléments surfaciques .....                                       | 36        |
|           | 4.4. Possibilité de définir dans un tableau ou d'importer depuis Excel des éléments filaires et ponctuels ..... | 37        |
|           | 4.5. Visualisation des semelles sur le modèle .....   | 42        |
|           | 4.6. Génération des charges de neige en présence de barres à neige .....  | 44        |
| <b>5.</b> | <b>Amélioration de l'expertise métal .....</b>  | <b>46</b> |
|           | 5.1. Sections supplémentaires pour le calcul d'éléments formés à froid .....                                    | 46        |
|           | 5.2. Résultats de la fiche profilée sur une maille sélectionnée .....   | 53        |
| <b>6.</b> | <b>Amélioration de l'analyse des structures en bois .....</b>   | <b>56</b> |
|           | 6.1. Optimisation des éléments bois par système (Eurocode) .....  | 56        |
|           | 6.2. Nouvelles entrées pour les vérifications graphiques de la flèche (Eurocode) .....                          | 57        |
|           | 6.3. Poutre à simple décroissance (Eurocode) .....  | 58        |
|           | 6.4. Critère de flèche pour les éléments fragiles (France) .....  | 62        |
|           | 6.5. Amélioration de la vitesse de calcul de l'expertise bois (Eurocode) .....                                  | 66        |
|           | 6.6. Amélioration des notes de calcul pour le bois (Eurocode) .....   | 68        |
| <b>7.</b> | <b>Amélioration de l'analyse des structures en béton .....</b>  | <b>69</b> |
|           | 7.1. Possibilité d'éditer le module d'Young des armatures .....   | 69        |
|           | 7.2. Prise en compte du repère local des appuis pour les semelles .....   | 72        |
|           | 7.3. Réduction du temps de calcul du ferrailage pour les éléments surfaciques .....                             | 73        |
| <b>8.</b> | <b>Résultats .....</b>  | <b>74</b> |
|           | 8.1. Propriétés de données supplémentaires dans les tableaux de résultats .....                                 | 74        |
|           | 8.2. Affichage des valeurs extrêmes dans les tableaux de résultats .....  | 75        |
|           | 8.3. Nouvelles commandes sur le ruban d'exploitation .....  | 76        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.4. Nouveau mécanisme pour la création de notes .....   | 79         |
| <b>9. Amélioration de l'expérience utilisateur et du confort d'utilisation du programme....</b> .....                      | <b>80</b>  |
| 9.1. Remplissage pour l'affichage des charges surfaciques.....   | 80         |
| 9.2. Affichage rapide des identifiants des éléments et de l'intensité des charges .....                                    | 81         |
| 9.3. Création simplifiée et plus rapide de gabarits de sélection d'éléments .....  | 81         |
| 9.4. Définition de relaxations linéaires pour des contours sélectionnés dans le cas d'éléments surfaciques multiples ..... | 82         |
| 9.5. Possibilité de trier les éléments d'un système .....  | 83         |
| 9.6. Configuration des raccourcis clavier.....   | 83         |
| 9.7. Amélioration de l'édition des propriétés des matériaux .....  | 85         |
| 9.8. Unification des boîtes de dialogue .....  | 85         |
| <b>10. Modules Advance Design Béton .....</b>  | <b>87</b>  |
| 10.1. Export des nomenclatures vers Excel .....  | 87         |
| 10.2. Nouveau paramètre pour l'affichage du nombre de barres par répartition .....   | 88         |
| 10.3. RC Beam - Ensemble d'améliorations visant à faciliter le travail quotidien .....                                     | 89         |
| 10.4. RC Beam - Coupes sur appuis .....  | 91         |
| 10.5. RC Beam - Affichage des schémas de façonnage des barres supérieures d'une poutre.....                                | 92         |
| 10.6. RC Beam - Béton bas carbone (Eurocode).....  | 94         |
| 10.7. RC Beam - Coefficient d'affaiblissement des boucles pour les poutres préfabriquées.....                              | 96         |
| 10.8. RC Beam - Amélioration du chapitre sur les aciers de torsion dans les notes .....                                    | 98         |
| 10.9. RC Footing - Amélioration du prédimensionnement des semelles continues .....   | 98         |
| 10.10. RC Column - Améliorations liées à la vérification au feu (Eurocode).....  | 99         |
| 10.11. RC Column - Possibilité d'imposer le rapport des moments pour la limite d'élançement. ....                          | 101        |
| 10.12. RC Slab - Amélioration des performances du module .....   | 102        |
| 10.13. RC Slab - Amélioration de la génération automatique des bandes .....  | 102        |
| <b>11. Masonry Wall .....</b>  | <b>105</b> |
| 11.1. Maçonnerie confinée .....  | 105        |
| <b>12. Attaches .....</b>  | <b>113</b> |
| 12.1. Attache de tubes soudés - Platines de renfort .....  | 113        |
| 12.2. Attache de tubes soudés - Plans.....   | 114        |
| 12.3. Attache de tubes soudés - Vérification du cisaillement par poinçonnement .....                                       | 114        |
| 12.4. Attache de tubes soudés - Ensemble d'améliorations.....  | 115        |
| 12.5. Attache de tubes soudés - Amélioration du positionnement des boulons .....   | 117        |
| 12.6. Éclissage - Vérification des éclissages en U depuis le panneau d'information .....                                   | 118        |

|   |            |
|---|------------|
| 12.7. Mise à jour des propriétés par défaut des crosses d'ancrage ..... | <b>118</b> |
| <b>13. Autres nouveautés et petites améliorations.....</b>              | <b>119</b> |

# 1. Bienvenue dans Advance Design 2025

GRAITEC a le plaisir de vous présenter la dernière version de son logiciel d'analyse structurelle - **Advance Design 2025**.

GRAITEC s'est toujours efforcé de fournir à ses clients des solutions logicielles innovantes et de premier plan. Le lancement récent de sa gamme de produits améliorée pour 2025 réaffirme sa position de leader dans la conception de solutions logicielles de haut niveau pour la construction, l'AEC et le calcul de bâtiments dans le monde.



**Cette version 2025 d'Advance Design** est dotée d'un grand nombre de nouvelles fonctionnalités centrées sur l'utilisateur et offrant des améliorations de premier ordre, en se concentrant sur quelques domaines clés :

## Capacités de calcul

- Possibilité d'éditer aisément les raideurs des éléments surfaciques à l'aide de coefficients
- Nouvelle méthode de report des charges des parois

## Capacités de modélisation

- Modélisation rapide de structures photovoltaïques
- Possibilité d'importer à partir d'Excel des éléments filaires et ponctuels
- Visualisation des semelles sur le modèle

## Amélioration des capacités de l'expert métal

- Modélisation paramétrique de plusieurs nouvelles sections formées à froid, y compris le double C et le double Sigma
- Vérification de nouveaux types de profilés formés à froid selon les normes EC3 et AISC
- Possibilité de définir des platines de renfort sur les attaches de tubes soudés

## Amélioration des capacités de l'expert bois Eurocode

- Vérification des poutres à simple décroissance
- Réduction significative du temps de calcul pour la vérification des éléments en bois
- Amélioration du niveau de détail des notes

**Amélioration de l'analyse des structures en béton**

- Vitesse de calcul accrue pour le calcul du ferrailage des éléments surfaciques en béton
- Nouvelles possibilités de génération automatique des bandes sur RC Slab
- Vérifications des murs en maçonnerie confinée et armée

**Amélioration de l'expérience utilisateur et du confort d'utilisation du programme**

- Configuration des raccourcis clavier
- Affichage simplifié des valeurs enveloppes (min/max) pour les tableaux de résultats MEF
- Nouveau mécanisme de création des notes au format DOCX natif

La version 2025 d'Advance Design intègre également de nombreuses améliorations et ajustements basés sur les retours d'expérience de milliers d'utilisateurs à travers le monde.

## 2. Liste rapide

Il s'agit d'une liste condensée des nouvelles fonctionnalités d'Advance Design 2025.

### Capacités de calcul

- **Modificateurs de rigidité des éléments surfaciques**
  - Possibilité d'obtenir un comportement géométrique orthotrope des éléments surfaciques en modifiant la matrice de rigidité à l'aide de coefficients.
- **Mise à jour des éléments finis Q4**
  - Modification de la définition de l'élément surfacique à 4 nœuds pour une définition plus évoluée qui améliore les résultats liés aux phénomènes de verrouillage par cisaillement.
- **Nouvelle méthode de report des charges des parois**
  - Nouvelle méthode de report des charges des parois vers les éléments filaires à l'aide de l'approche MEF. Il permet le report des charges de tout type et de toute forme.

### Modélisation

- **Générateur de structures photovoltaïques**
  - Possibilité de modéliser rapidement et facilement les structures utilisées pour soutenir les panneaux photovoltaïques. Il couvre les géométries utilisées dans les fermes solaires, les toitures terrasses et les parkings.
- **Définition d'éléments surfaciques par 2 points**
  - Définition d'éléments surfaciques rectangulaires, tels que des éléments surfaciques ou des parois, à l'aide de deux points.
- **Conversion bidirectionnelle des parois en éléments surfaciques**
  - Possibilité de conversion bidirectionnelle de paroi en élément surfacique. Utile dans de nombreux cas lorsque, par exemple, vous souhaitez modifier un modèle importé d'un autre logiciel.
- **Possibilité de définir des éléments filaires dans un tableau ou de les importer à partir d'Excel**
  - Possibilité de créer de nouveaux objets (linéaires ou ponctuels) à l'aide de tableaux de données et d'importer des éléments à partir d'une feuille de calcul Excel.
- **Visualisation des semelles sur le modèle**
  - Possibilité d'afficher dans un modèle 3D une représentation des fondations. Cela permet de visualiser les paramètres géométriques supposés ou calculés par le module RC Footing.
- **Génération des charges de neige en tenant compte de la présence de barres à neige (Eurocode)**
  - Possibilité de prendre en compte les barres à neige lors de la génération automatique de charges de neige conformément à l'Eurocode 1. Les barres à neige sont des éléments empêchant le glissement de la neige le long de la pente du toit.

## Calcul des structures métalliques

- **Sections supplémentaires pour le calcul d'éléments formés à froid**
  - Possibilité de modélisation paramétrique et de vérification suivant les normes ( EC3 et AISC) de plusieurs nouvelles sections formées à froid, y compris le double C et le Sigma.
- **Affichage des résultats du calcul métal pour l'élément/la maille sélectionné(e)**
  - Sélection aisée d'un élément pour la fiche de profilé déjà ouverte et vérification rapide des résultats pour une maille spécifique.
- **Résultats de la fiche profilée sur une maille sélectionnée**
  - Résultats détaillés du calcul métal sur une portion spécifique d'un élément filaire.

## Calcul des structures en bois

- **Optimisation des éléments bois par système (Eurocode)**
  - Possibilité pour les éléments en bois de réaliser l'optimisation par système.
- **Nouvelles entrées pour les vérifications graphiques de la flèche (Eurocode)**
  - Possibilité de sélectionner pour l'exploitation graphique de nouveaux résultats pour la flèche à partir des résultats de l'expertise bois.
- **Poutre à simple décroissance (Eurocode)**
  - Vérification des poutres à simple décroissance conformément à l'Eurocode 5.
- **Critère de flèche pour les éléments fragiles (France)**
  - Analyse approfondie des planchers et plafonds en bois à l'ELS selon l'annexe nationale française de l'EN 1995-1-1.
- **Réduction du temps de calcul (Eurocode)**
  - Réduction significative du temps de calcul pour la vérification des éléments en bois
- **Amélioration du niveau de détail des notes (Eurocode)**
  - Les vérifications ont désormais un aspect plus unifié. Pour chaque vérification, les paramètres intermédiaires sont dorénavant affichés.

## Calcul des structures en béton

- **Possibilité d'éditer le module d'Young des armatures**
  - Possibilité de modifier la valeur du module d'Young ( $E_s$ ) pour l'acier utilisé pour les armatures. Cela permet de simuler un ferrailage constitué de matériaux non standard lors du calcul des aciers théoriques.
- **Prise en compte du repère local des appuis pour les semelles**
  - Prise en compte du repère local des appuis (défini en fonction de l'élément porté) lors du transfert efforts et des dimensions vers le module RC Footing.
- **Réduction du temps de calcul du ferrailage pour les éléments surfaciques**
  - Réduction du temps de calcul du ferrailage pour les éléments surfaciques grâce à l'optimisation des algorithmes.

## Résultats

- **Propriétés de données supplémentaires dans les tableaux de résultats**
  - Un ensemble de nouveaux champs avec des propriétés à sélectionner est maintenant disponible lors de la création de tableaux personnalisés avec des résultats.
- **Affichage des valeurs extrêmes dans les tableaux de résultats**
  - Nouveaux modes d'affichage des valeurs dans les tableaux avec des résultats affichant des résultats extrêmes (enveloppe - min/max). Cela permet de rechercher facilement une valeur extrême d'un effort et sa position.
- **Nouvelles commandes du ruban de résultats**
  - Possibilité d'accéder facilement, à partir du ruban, à certaines options d'exploitation fréquemment utilisées.
- **Nouveau mécanisme pour la création de notes**
  - Ce nouveau mécanisme de création de notes permet de générer directement du contenu au format natif Microsoft Word (docx).

## Amélioration de l'expérience de l'utilisateur

- **Remplissage pour l'affichage des charges surfaciques**
  - Une nouvelle option pour les charges surfaciques permet d'hachurer la surface avec une couleur. Cette fonction est utile à la fois pour travailler et pour créer des notes, en particulier pour représenter les charges en vue de dessus.
- **Affichage rapide des identifiants des éléments et de l'intensité des charges**
  - Affichage rapide des identifiants des éléments et de l'intensité des charges à l'aide du menu contextuel. Cela permet de gérer plus rapidement et plus facilement l'affichage des différents composants.
- **Création simplifiée et plus rapide de gabarits de sélection d'éléments**
  - Création plus facile et plus rapide de gabarits de sélection d'éléments grâce à l'enregistrement de gabarits de sélection à l'aide du menu contextuel.
- **Définition de relaxations linéaires pour des contours sélectionnés dans le cas d'éléments surfaciques multiples**
  - Possibilité de définir des relaxations linéaires sur une (ou plusieurs) arête(s) sélectionnée(s) pour plusieurs éléments ayant la même géométrie.
- **Possibilité de trier les éléments d'un système**
  - Nouvelles options permettant de trier facilement les éléments d'un système selon différents critères.
- **Configuration des raccourcis clavier**
  - Possibilité de configurer des raccourcis clavier personnalisés dans l'environnement Advance Design. Vous pouvez vérifier la correspondance actuelle des raccourcis clavier et ajouter les vôtres.
- **Saisie des données sismiques facilitée pour l'Espagne.**
  - Recherche rapide de coordonnées pour les localités espagnoles lors de la saisie des données de charge sismique.

- **Amélioration de l'édition des propriétés des matériaux**
  - Création automatique d'un nouveau matériau utilisateur si une modification manuelle des paramètres a été effectuée pour un matériau existant.
- **Unification des boîtes de dialogue**
  - Utilisation plus aisée du programme grâce à une interface plus claire et à une présentation uniforme des fenêtres.
- **Aide en ligne en les langues locales**
  - Accès simplifié au contenu de l'aide en langue locale pour Advance Design et ses modules.

## Modules Advance Design Béton

- **Export des nomenclatures vers Excel**
  - Transférez facilement les informations détaillées sur le ferrailage depuis les nomenclatures directement vers Excel.
- **Nouveau paramètre pour l'affichage du nombre de barres par répartition**
  - Possibilité de décrire les armatures sur les plans par le nombre total de barres pour un repère donné ou par le nombre de barres apparaissant dans chaque répartition.
- **RC Beam - Ensemble d'améliorations visant à faciliter le travail quotidien**
  - Ensemble de petites améliorations apportées à tous les modules de ferrailage afin de travailler plus efficacement.
- **RC Beam - Plans avec coupes transversales sur appuis**
  - Possibilité de créer des coupes non seulement le long de la travée mais également sur les appuis.
- **RC Beam - Affichage des schémas de façonnage des barres supérieures d'une poutre**
  - Possibilité de visualiser sur les plans les schémas de façonnage pour le ferrailage supérieur d'une poutre au-dessus de l'élévation de la poutre.
- **RC Beam - Béton bas carbone (Eurocode)**
  - Possibilité d'inclure du béton bas carbone dans les calculs, ce qui permet de réduire l'empreinte carbone grâce à l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement.
- **Beam RC - Coefficient d'affaiblissement des boucles de levage pour les poutres préfabriquées**
  - Possibilité d'imposer la valeur du coefficient d'affaiblissement des boucles de levage pour les poutres préfabriquées.
- **RC Beam - Amélioration du chapitre sur les aciers de torsion dans les notes**
  - Mise à jour du chapitre sur le ferrailage de torsion dans la note avec une vérification de l'espacement des cadres.
- **RC Footing - Amélioration du prédimensionnement des semelles continues**
  - Possibilité d'effectuer un prédimensionnement pour les fondations continues, en considérant des limitations relatives à la largeur de la semelle dans chaque direction, ainsi qu'avec la possibilité de spécifier une excentricité spécifique.
- **RC Column - Améliorations liées à la vérification au feu (Eurocode)**
  - Ensemble d'améliorations liées aux vérifications au feu des poteaux en béton armé, y compris l'affichage sur le panneau d'information de résultats additionnels provenant de la vérification au feu, ainsi que la présence de messages d'avertissement additionnels.

- **RC Column - Possibilité d'imposer le rapport des moments pour la limite d'élançement**
  - Possibilité d'imposer la valeur du rapport des moments utilisée dans les calculs de la limite d'élançement conformément à l'Eurocode.
- **RC Slab - Amélioration des performances**
  - Amélioration du confort de travail grâce à une amélioration significative de la vitesse du module, notamment lors de l'édition et la génération de ferrailages pour les modèles comportant de nombreux éléments finis.
- **RC Slab - Amélioration de la génération automatique des bandes**
  - Plusieurs mises à jour concernant la génération de bandes pour les dalles en béton armé, notamment la définition automatique des bandes suivant les règles définies dans la norme américaine ACI.

## Module Masonry Wall

- **Maçonnerie confinée**
  - Possibilité d'effectuer des vérifications de murs en maçonnerie liés à des poteaux en béton armé, et des vérifications de murs en maçonnerie comprenant un ferrailage.

## Module Advance Design Métal

- **Attache de tubes soudés - Platines de renfort**
  - Possibilité de définir des platines supplémentaires nécessaires au renforcement de la zone de contact entre la membrure et les diagonales. Ces platines peuvent être de deux types : horizontale et latérale.
- **Attache de tubes soudés - Plans**
  - Création de plans pour les attaches de tubes soudés.
- **Attache de tubes soudés - Vérification du cisaillement par poinçonnement**
  - Implémentation de la vérification de rupture par poinçonnement et cisaillement.
- **Attache de tubes soudés - Ensemble de petites améliorations**
  - Une série d'améliorations mineures apportées afin d'en accroître les fonctionnalités.
- **Attache par platine de cisaillement - Amélioration du positionnement des boulons**
  - Ajustement du comportement existant pour le positionnement des boulons lorsque la poutre secondaire est inclinée.
- **Éclissage - Vérification de l'éclisse en U depuis le panneau d'information**
  - La vérification des éclisses en U est désormais disponible dans le panneau d'information.
- **Pied de poteau - Mise à jour des propriétés par défaut des crosses d'ancrage**
  - Modifications liées aux propriétés des crosses afin d'obtenir un diamètre de mandrin correct.

### 3. Nouvelles fonctionnalités de calcul

Un ensemble de nouvelles fonctionnalités et d'améliorations liées aux calculs de structure et à l'analyse des bâtiments.

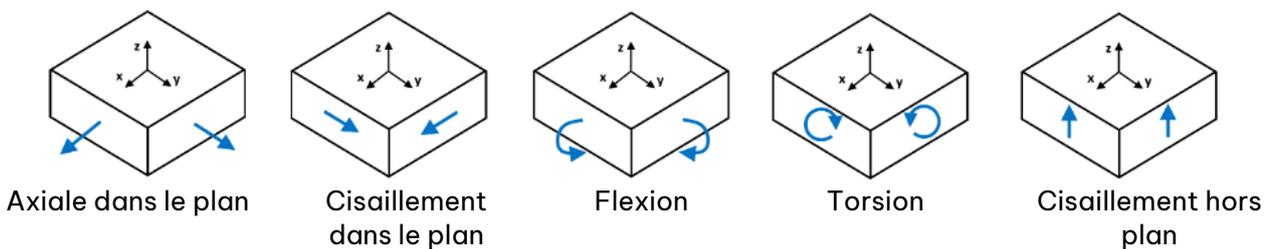
#### 3.1. Modificateurs de rigidité des éléments surfaciques

**Possibilité d'obtenir un comportement géométrique orthotrope des éléments surfaciques en modifiant la matrice de rigidité à l'aide de coefficients.**

Les nouveaux modificateurs de rigidité des éléments surfaciques d'Advance Design 2025 offrent à l'utilisateur un contrôle optimal sur tous les paramètres de rigidité des coques et des plaques. Advance Design est désormais capable de modéliser des types spéciaux d'éléments surfaciques nécessitant des rigidités différentes dans chaque direction en ce qui concerne les caractéristiques de flexion, axiales et de cisaillement.

#### Introduction

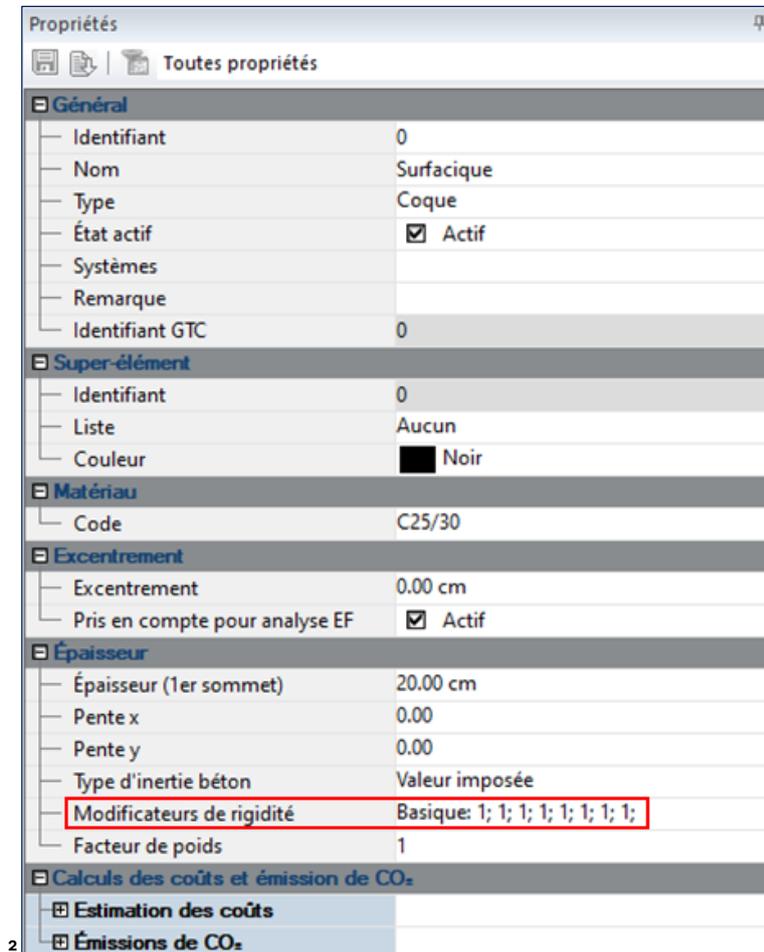
En ayant la capacité de modifier séparément chaque composante de rigidité des éléments surfaciques (coques et plaques), les ingénieurs auront un meilleur contrôle sur le comportement structural des éléments finis surfaciques. Grâce aux nouveaux modificateurs de rigidité des éléments surfaciques dans Advance Design 2025, les ingénieurs peuvent désormais contrôler indépendamment la rigidité axiale dans chaque direction, la rigidité de cisaillement dans le plan, la rigidité de flexion dans chaque direction, la rigidité de torsion et la rigidité en cisaillement hors plan dans chaque direction.



*Efforts internes dans un élément surfacique*

## Modificateurs de rigidité

Dans Advance Design 2025, les modificateurs de rigidité d'un élément surfacique sont accessibles à partir de la fiche de propriétés.

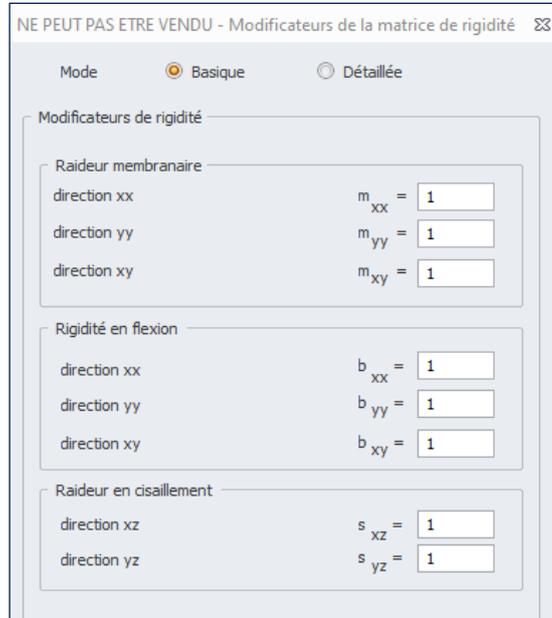


*Modificateurs de rigidité dans la fiche de propriétés des éléments surfaciques*

Deux modes d'entrée sont disponibles pour les coefficients de modification, *Basique* et *Détaillé*. Le choix de la méthode est laissé à l'utilisateur et se fait après avoir utilisé l'icône dans le champ *Modificateurs de rigidité*. Quelle que soit la méthode sélectionnée, il est également possible de changer le coefficient permettant de modifier le calcul du poids propre de l'élément. Cela se fait avec l'option *Facteur de poids* ci-dessous.

• **Modificateurs de rigidité basiques**

Comme leur nom l'indique, les modificateurs de rigidité basique offrent une méthode simple pour introduire des coefficients de modification. Il s'agit du mode par défaut d'Advance Design, conçu pour être convivial et accessible à tous les utilisateurs.



*Modificateurs de rigidité basiques*

Dans le mode *Basique*, les coefficients de modification sont répartis en trois groupes : raideur membranaire, rigidité en flexion et raideur en cisaillement.

Pour la raideur membranaire :

- **mxx** - Coefficient de modification de la rigidité axiale dans le plan suivant l'axe local x
- **myy** - Coefficient de modification de la rigidité axiale dans le plan suivant l'axe local y
- **mxy** - Coefficient de modification de la rigidité en cisaillement dans le plan

Pour la rigidité en flexion :

- **bx** - Coefficient de modification de la rigidité en flexion suivant l'axe x local (moment de flexion autour de l'axe y local qui génère des contraintes normales suivant l'axe x local)
- **by** - Coefficient de modification de la rigidité en flexion suivant l'axe y local (moment de flexion autour de l'axe x local qui génère des contraintes normales suivant l'axe y local)
- **bxy** - Coefficient de modification de la rigidité à la torsion

Pour la raideur en cisaillement :

- **sz** - coefficient de modification de la raideur en cisaillement hors plan suivant l'axe local x
- **sy** - coefficient de modification de la raideur en cisaillement hors plan suivant l'axe local y

Ces coefficients de modification multiplient localement le module de Young ou de cisaillement correspondant dans la matrice de rigidité. Pour plus de détails sur le fonctionnement de ces coefficients, il suffit d'appuyer sur l'icône loupe pour voir la manière dont ces coefficients affectent le calcul de la matrice de rigidité de l'élément surfacique.

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Modificateurs de la matrice de rigidité

Matrice de rigidité en membrane

$$A = \begin{bmatrix} h * \frac{m_{xx} * E_x}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{m_{yy} * E_y}{m_{xx} * E_x}} & h * \nu_{xy} * \frac{m_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{m_{yy} * E_y}{m_{xx} * E_x}} & 0 \\ h * \nu_{xy} * \frac{m_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{m_{yy} * E_y}{m_{xx} * E_x}} & h * \frac{m_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{m_{yy} * E_y}{m_{xx} * E_x}} & 0 \\ 0 & 0 & m_{xy} * h * G_{xy} \end{bmatrix}$$

Matrice de rigidité en flexion

$$D = \begin{bmatrix} \frac{h^3}{12} * \frac{b_{xx} * E_x}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{b_{yy} * E_y}{b_{xx} * E_x}} & \frac{h^3}{12} * \nu_{xy} * \frac{b_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{b_{yy} * E_y}{b_{xx} * E_x}} & 0 \\ \frac{h^3}{12} * \nu_{xy} * \frac{b_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{b_{yy} * E_y}{b_{xx} * E_x}} & \frac{h^3}{12} * \frac{b_{yy} * E_y}{1 - \nu_{xy}^2 * \frac{b_{yy} * E_y}{b_{xx} * E_x}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{h^3}{12} * b_{xy} * G_{xy} \end{bmatrix}$$

Matrice de rigidité au cisaillement

$$S = \begin{bmatrix} h * s_{xz} * G_{xz} & 0 \\ 0 & h * s_{yz} * G_{yz} \end{bmatrix}$$

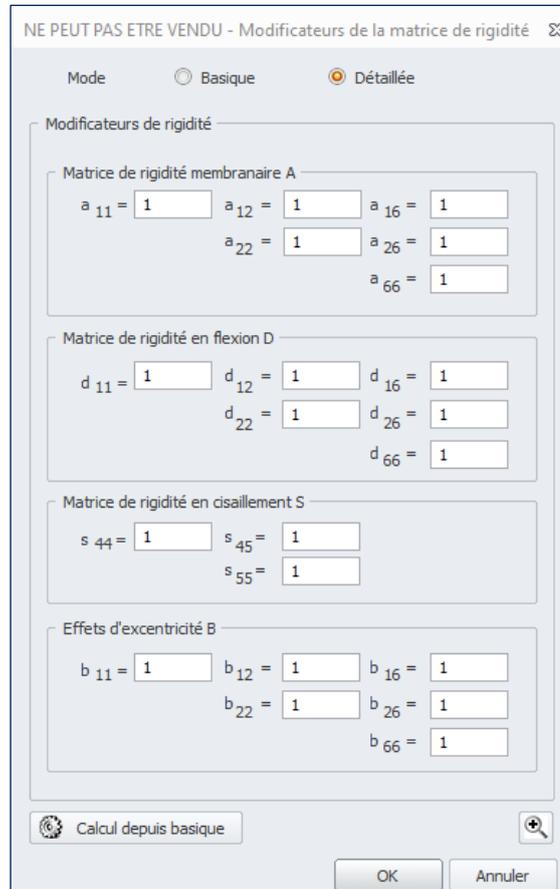
*Formulation de la matrice de rigidité avec coefficients modificateurs basiques*

Avec  $h$  l'épaisseur de l'élément,  $E_x$  et  $E_y$  le module d'Young sur les axes  $x$  et  $y$ ,  $\nu_{xy}$  le coefficient de Poisson  $xy$ ,  $G_{xy}$  le module de cisaillement dans le plan,  $G_{xz}$  et  $G_{yz}$  le module de cisaillement hors plan suivant les axes locaux  $x$  et  $y$ .

Pour un matériau isotrope  $E_x = E_y = E$  et  $G_{xy} = G_{xz} = G_{yz} = G$

- **Modificateurs de rigidité détaillés**

Les modificateurs de rigidité détaillés sont des coefficients de modification avancés qui donnent à l'utilisateur un contrôle total sur chaque composante de la matrice de rigidité. Ce mode est destiné aux utilisateurs ayant une bonne connaissance de la théorie des éléments finis.



*Modificateurs de rigidité détaillés*

Il est possible de convertir les coefficients de modification du mode basique en leur équivalent détaillé en cliquant sur le bouton « Calcul depuis basique ».

Les coefficients de modification détaillés sont répartis en quatre groupes : matrice de rigidité de la membrane A, matrice de rigidité en flexion D, matrice de rigidité en cisaillement S et effets d'excentricité B. Outre le contrôle de toutes les composantes de la diagonale de la matrice de rigidité, le mode détaillé permet à l'utilisateur de contrôler les rigidités d'interaction entre les différents degrés de liberté (composante hors diagonale) et les effets d'excentricité (pour les éléments excentrés). Chaque coefficient de modification multiplie une composante spécifique correspondante dans la matrice de rigidité. Pour plus de détails sur le fonctionnement de ces coefficients, l'appui sur l'icône loupe permet de voir comment ces coefficients multiplient les composantes initiales de la matrice de rigidité.

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Modificateurs de la matrice de rigidité

Matrice de rigidité en membrane

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} * A_{11} & a_{12} * A_{12} & a_{16} * A_{16} \\ & a_{22} * A_{22} & a_{26} * A_{26} \\ & & a_{66} * A_{66} \end{bmatrix}$$

Matrice de rigidité en flexion

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} * D_{11} & d_{12} * D_{12} & d_{16} * D_{16} \\ & d_{22} * D_{22} & d_{26} * D_{26} \\ & & d_{66} * D_{66} \end{bmatrix}$$

Matrice de rigidité au cisaillement

$$S = \begin{bmatrix} s_{44} * S_{44} & s_{45} * S_{45} \\ & s_{55} * S_{55} \end{bmatrix}$$

Matrice de rigidité d'excentricité

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} * B_{11} & b_{12} * B_{12} & b_{16} * B_{16} \\ & b_{22} * B_{22} & b_{26} * B_{26} \\ & & b_{66} * B_{66} \end{bmatrix}$$

*Formulation de la matrice de rigidité avec coefficients modificateurs détaillés*

Les paramètres en minuscules sont les coefficients de modification avancés et les paramètres en majuscules sont les composantes initiales de la matrice de rigidité.

## Facteur de poids

Parallèlement à l'introduction des modificateurs de rigidité, la possibilité de modifier facilement le poids propre d'un élément surfacique à l'aide d'un coefficient a également été introduite. Grâce à ce coefficient, il est assez facile de déterminer le poids propre d'un élément surfacique pour les cas où cela est nécessaire, sans avoir à créer des matériaux fictifs.

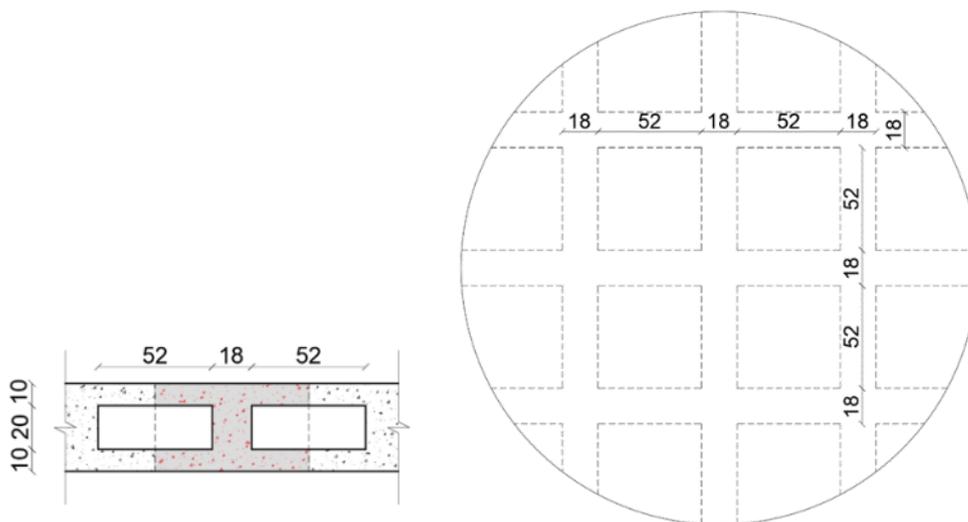
| Épaisseur                 |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| Épaisseur (1er sommet)    | 20.00 cm                         |
| Pente x                   | 0.00                             |
| Pente y                   | 0.00                             |
| Type d'inertie béton      | Valeur imposée                   |
| Modificateurs de rigidité | Basique: 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; |
| Facteur de poids          | 1                                |

**Exemples d'application**

Le fait de pouvoir contrôler entièrement chaque aspect de la rigidité de l'élément surfacique offre au calculateur un large éventail d'applications pratiques. Par la suite, nous ne mettrons en évidence que deux applications courantes, la première concernant la modélisation des dalles en béton alvéolaires et la seconde concernant la modélisation de voiles secondaires.

- **Exemple 1 - Dalle en béton alvéolaire**

Les dalles alvéolaires sont des dalles en béton armé contenant des poches d'air. Les alvéoles sont créés en incorporant des parallélépipèdes ou des sphères en plastique autour de la ligne médiane de l'épaisseur de la dalle. Le béton au centre de la section de la dalle n'est pas particulièrement efficace pour la résistance à la flexion. Sa suppression permettra donc d'économiser du matériau et d'alléger la dalle sans perdre trop de rigidité en flexion. En réduisant la quantité de béton, la dalle alvéolaire est une excellente solution pour un processus de construction durable.



*Coupe (à gauche) et vue en plan (à droite) de l'exemple dalle alvéolaire (les unités sont en cm)*

Pour modéliser correctement une dalle alvéolaire, il faut tenir compte de la présence des vides lors du calcul de ses propriétés géométriques, de ses rigidités et de son poids propre. Considérons une dalle alvéolaire comme dans l'image ci-dessus et calculons ses propriétés avec la présence de vides et en section complète.

|                         | Section complète           | Section alvéolée           | Rapport complète/alvéolée |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Aire</b>             | 2 800 cm <sup>2</sup>      | 1 760 cm <sup>2</sup>      | <b>0,629</b>              |
| <b>Volume</b>           | 196 000 cm <sup>3</sup>    | 141 920 cm <sup>3</sup>    | <b>0,724</b>              |
| <b>Moment d'inertie</b> | 373 333,33 cm <sup>4</sup> | 338 666,67 cm <sup>4</sup> | <b>0,907</b>              |

Cette dalle alvéolaire peut être modélisée comme un élément de 40 cm d'épaisseur tout en utilisant les modificateurs suivants :

- Toutes les raideurs proportionnelles à l'aire de la section (raideurs membranaire et raideurs en cisaillement) doivent être multipliées par le rapport de surface

$$Area\ ratio = \frac{Voided\ section\ area}{Full\ section\ area} = 0.629$$

- Toutes les rigidités proportionnelles au moment d'inertie de la section (rigidités en flexion) doivent être multipliées par le rapport de moment d'inertie

$$Moment\ of\ inertia\ ratio = \frac{Voided\ section\ moment\ of\ inertia}{Full\ section\ moment\ of\ inertia} = 0.907$$

- Le poids propre de la dalle doit être multiplié par le rapport des volumes

$$Volume\ ratio = \frac{Voided\ section\ volume}{Full\ section\ volume} = 0.724$$

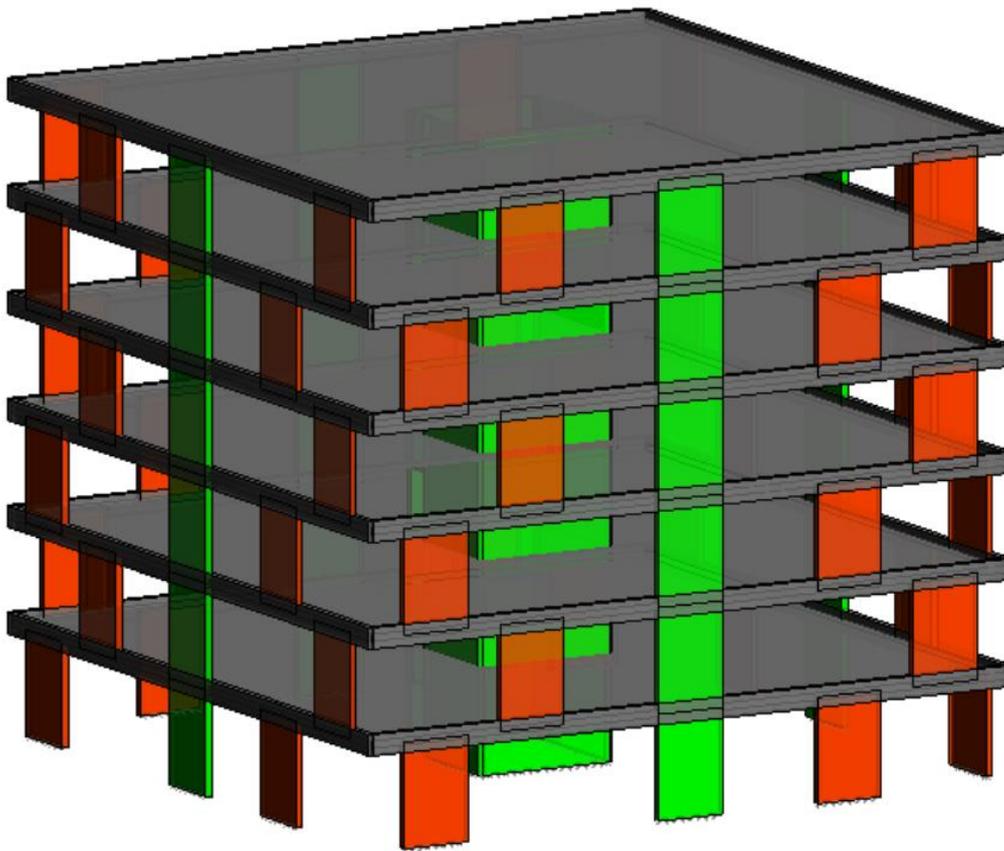
En appliquant les modificateurs de rigidité et le coefficient de pondération ci-dessus, Advance Design est maintenant capable de modéliser avec certitude une dalle alvéolaire.

The screenshot shows the 'NE PEUT PAS ETRE VENDU - Modificateurs de la matrice de rigidité' dialog box. It has two modes: 'Basique' (selected) and 'Détallée'. Under 'Modificateurs de rigidité', there are three sections: 'Raideur membranaire' with values m<sub>xx</sub> = 0.629, m<sub>yy</sub> = 0.629, and m<sub>xy</sub> = 0.629; 'Rigidité en flexion' with values b<sub>xx</sub> = 0.907, b<sub>yy</sub> = 0.907, and b<sub>xy</sub> = 0.907; and 'Raideur en cisaillement' with values s<sub>xz</sub> = 0.629 and s<sub>yz</sub> = 0.629. To the right, a table lists material properties: Code C25/30, Excentrement 0.00 cm, Pris en compte pour analyse EF (checked), Epaisseur 40.00 cm, and Modificateurs de rigidité (Basique: 0.629; 0.629; 0.629; 0.907; 0.907; 0.907; 0.629; 0.629).

*Modificateurs de rigidité basiques et liste des propriétés pour l'exemple de la dalle alvéolaire*

- **Exemple 2 - Voiles secondaires**

Dans la conception de bâtiments, il est parfois courant que les contraintes architecturales se traduisent par un système de contreventement irrégulier. Par exemple, le bâtiment représenté sur l'image ci-dessous présente des voiles en béton discontinus sur tous ses côtés (éléments en rouge) tout en ayant un noyau central et des voiles latéraux (éléments en vert) continus. Dans ce cas, les normes sismiques conseillent de considérer ces voiles discontinus comme des éléments secondaires qui ne participent pas au système de résistance de la structure. Ainsi, pour cette structure, les voiles verts résistent à la gravité et aux efforts latéraux, tandis que les voiles rouges ne supportent que la gravité (ils ne résistent pas aux efforts latéraux). La modélisation du comportement précis de ces voiles rouges est désormais possible grâce aux modificateurs de rigidité des éléments surfaciques.



*Bâtiment avec voiles en béton discontinus*

Pour éviter que les voiles rouges ne transmettent des efforts latéraux le long de leur axe fort, nous devons rendre négligeable leur raideur en cisaillement dans le plan. Ceci est possible en définissant le modificateur de raideur de la membrane  $m_{xy} = 0.001$  (on ne peut pas saisir une valeur nulle car cela rendrait l'élément instable).

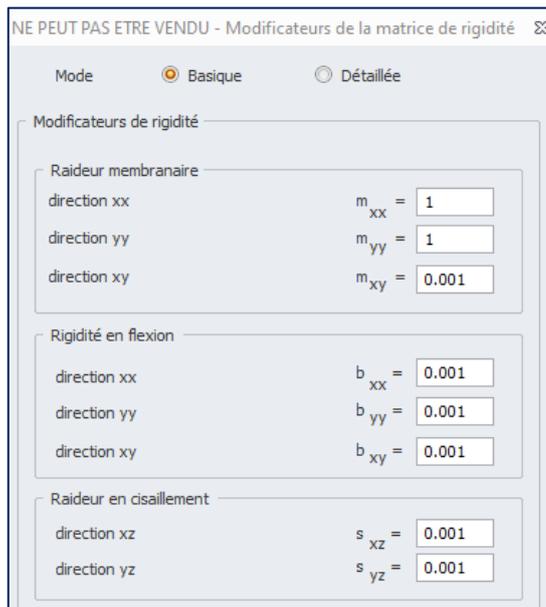
Pour éviter que les voiles rouges ne supportent des efforts latéraux le long de leur axe faible, deux options sont possibles :

**Option 1** : créer des relaxations latérales sur les bords des voiles.

**Option 2** : rendre négligeables les rigidités en flexion des murs et les rigidités en cisaillement hors plan. Il est possible de le faire en définissant les modificateurs de rigidité en flexion et en cisaillement comme étant égaux à 0,001 (on ne peut pas saisir une valeur nulle car cela rendrait l'élément instable).

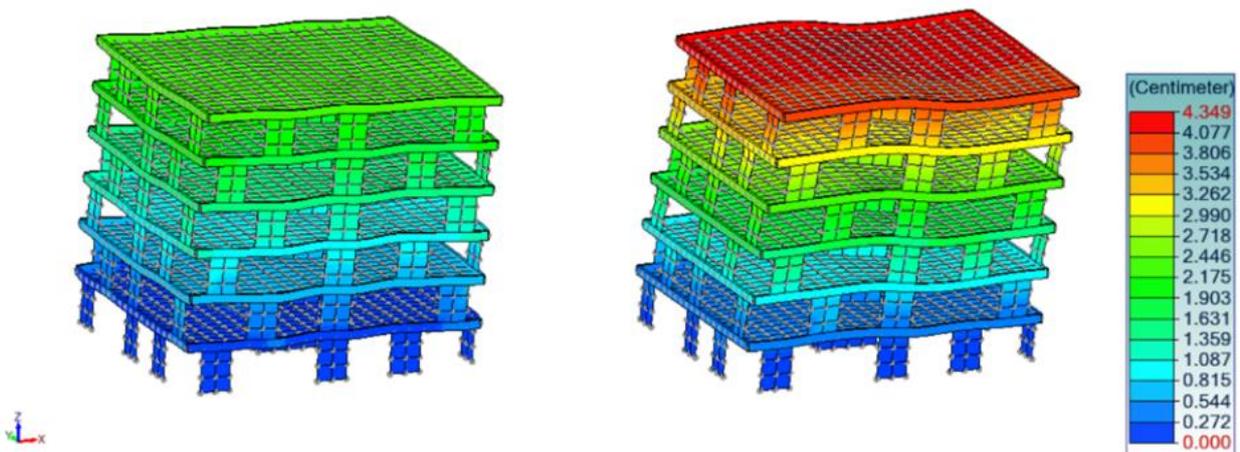
$$b_{xx} = b_{yy} = b_{xy} = s_{xz} = s_{yz} = 0.001$$

Puisque nous mettons l'accent sur l'utilisation des modificateurs de rigidité, nous choisirons l'option 2.



*Modificateurs de rigidité des voiles rouges*

Pour présenter la capacité d'Advance Design à modéliser avec précision les voiles secondaires, nous allons comparer les résultats structurels d'un modèle sans modificateurs de rigidité et d'un modèle avec les modificateurs définis pour les voiles rouges. Les deux modèles sont soumis aux mêmes efforts latéraux uniformes appliqués à tous les étages. L'image ci-dessous montre le déplacement des structures sous charges latérales.

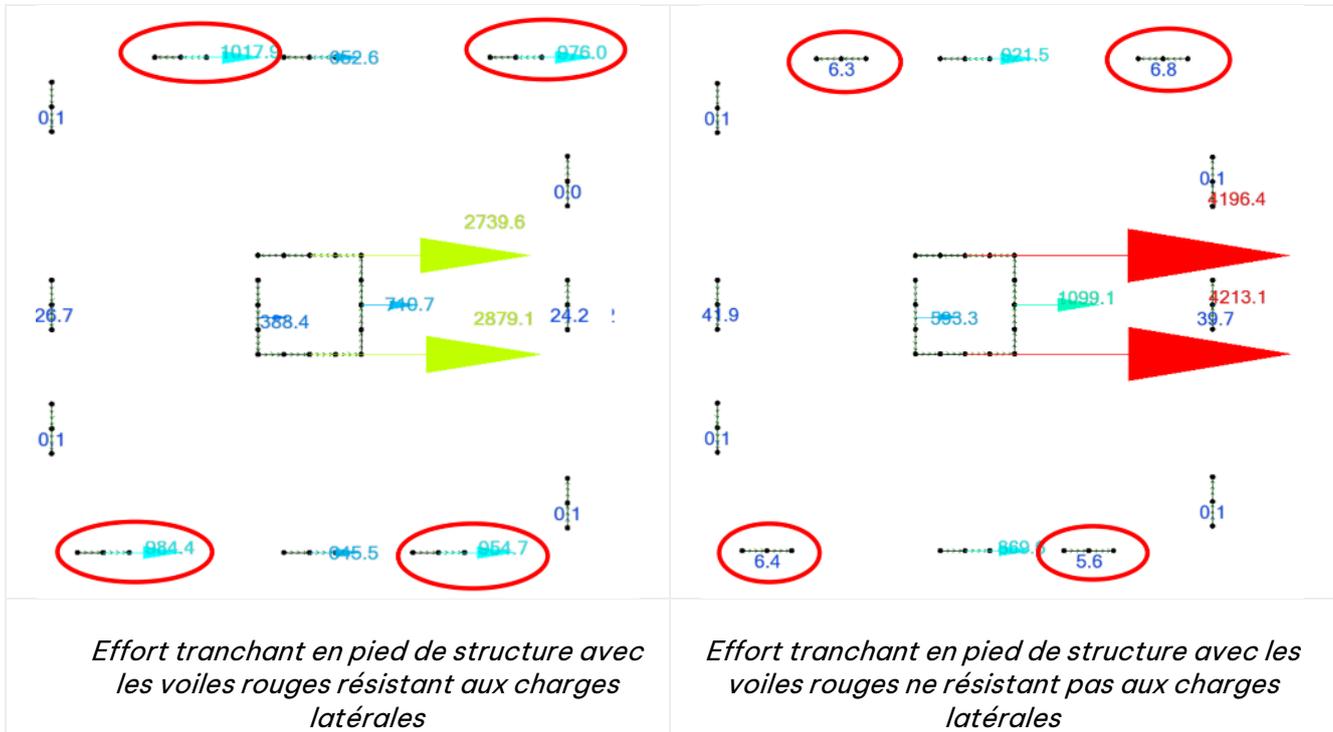


*Comparaison des déplacements pour les structures soumises à des charges latérales. Modèle sans modificateurs de rigidité (à gauche) et avec modificateurs de rigidité (à droite)*

En empêchant les voiles rouges discontinus de résister aux efforts horizontaux, on réduit la rigidité latérale du bâtiment. La structure subira donc un déplacement latéral accru. Les images ci-dessous montrent le cisaillement en pied transmis aux appuis lorsque les structures sont soumises aux charges latérales.

**Modèle sans modificateurs de rigidité**

**Modèle avec modificateurs de rigidité**



En comparant les images ci-dessus, nous pouvons clairement voir comment le cheminement des efforts latéraux a changé lorsque les murs rouges ne résistent pas aux efforts latéraux. Dans ce cas, la charge latérale est reprise uniquement par le noyau central et les voiles latérales continues (éléments verts). Ainsi, nous remarquons une augmentation remarquable de l'effort tranchant sur les appuis des voiles verts dans l'image de droite.

**3.2. Mise à jour des éléments finis Q4**

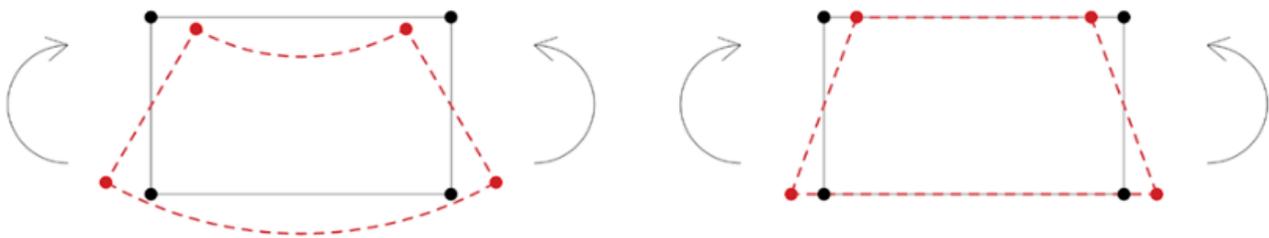
**Modification de la définition de l'élément surfacique à 4 nœuds pour une définition plus aboutie qui améliore les résultats liés aux phénomènes de verrouillage par cisaillement.**

Advance Design 2025 intègre une amélioration de la formulation du cisaillement dans le plan des éléments surfaciques qui améliore la précision de certains résultats, en particulier pour les modèles avec un maillage inadéquat, tout en conservant les mêmes excellentes performances de calcul.

**Introduction**

Les éléments de maillage Q4 sont le type d'éléments finis le plus utilisé pour modéliser les coques, les plaques et les membranes. Ils consistent en un élément surfacique quadrilatéral avec un nœud à chaque coin ( 4 nœuds au total). Les éléments Q4 sont largement utilisés en raison de leur simplicité de calcul. En effet, ils utilisent des fonctions de forme linéaires bidimensionnelles, ce qui les rend assez simples à analyser.

Cette simplification a toutefois un prix. Les fonctions de forme linéaires ne peuvent pas déterminer correctement la courbure des bords des élément Q4 lorsqu'ils sont soumis à une flexion dans le plan. Au lieu de se déformer avec une courbure en bordure, les éléments Q4 se déforment en forme trapézoïdale lorsqu'ils sont soumis à une flexion dans le plan.



*Comparaison entre la déformation réelle (à gauche) et la déformation de l'élément Q4 (à droite)*

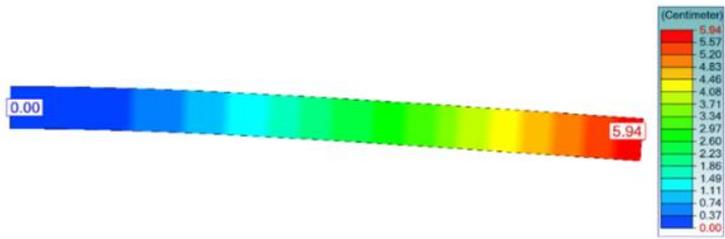
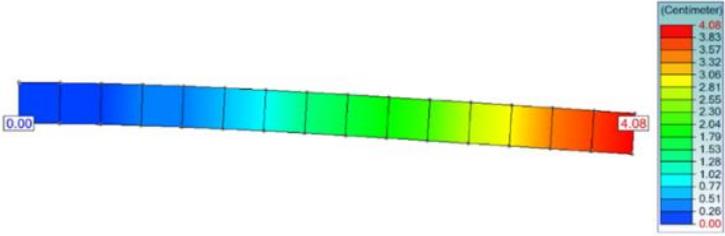
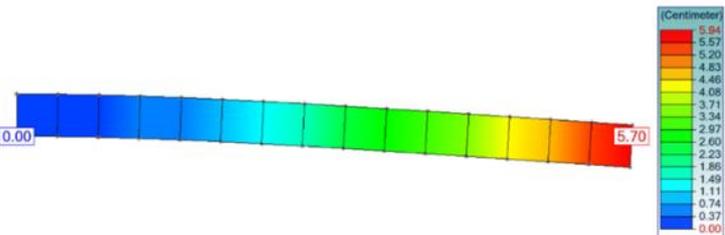
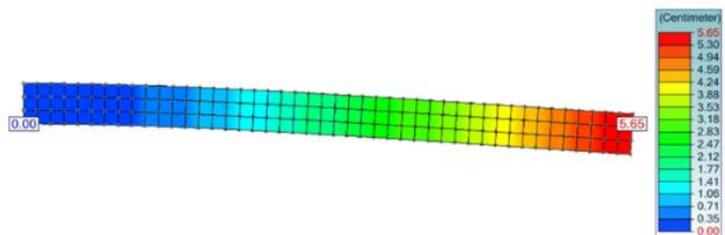
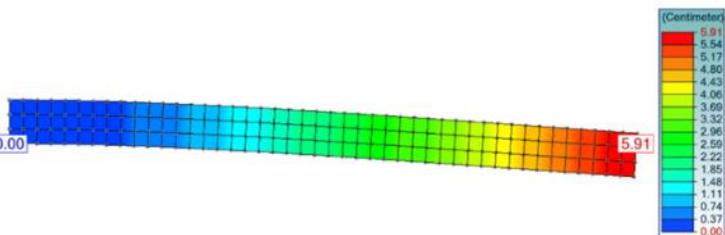
Cette imprécision dans la déformation entraînera une surestimation du cisaillement dans le plan et une sous-estimation de la flexion. En d'autres termes, l'élément apparaîtra plus rigide en flexion et se déplacera moins. Ce phénomène est connu sous le nom de verrouillage par cisaillement dans le plan. L'imprécision due au verrouillage par cisaillement dans le plan est négligeable pour les coques et les membranes avec une densité de maillage suffisante (une taille de maille logique avec pas moins de 3 éléments de maille par direction est suffisante). Ainsi, les coques et les membranes à maillage grossier sont les plus susceptibles de présenter des problèmes de verrouillage par cisaillement dans le plan. En adoptant une nouvelle formulation pour le calcul du cisaillement dans le plan, basée sur [H.Choi & P.Lee 2024], Advance Design 2025 est désormais capable de mieux gérer ce problème de verrouillage par cisaillement dans le plan, même pour les structures à maillage grossier. Cette amélioration n'a pas d'impact sur le temps de calcul, ainsi, Advance Design 2025 donnera des résultats plus précis tout en conservant les meilleures performances.

**Comparaison entre AD 2025 et les versions précédentes**

Pour mettre en évidence l'amélioration d'Advance Design 2025 dans la gestion du verrouillage par cisaillement dans le plan, nous allons considérer une console d'une portée de 15 m et d'une section rectangulaire de 30 cm x 100 cm. Cette poutre en console sera soumise à son poids propre . En première approche, pour obtenir des résultats de référence, la structure sera analysée comme un élément de type poutre. Ensuite, la poutre sera modélisée avec des éléments de type coque avec un maillage Q4 dans une version précédente d'AD (2024.1.2) et dans la nouvelle version d'AD 2025. Pour les modèles utilisant des éléments de coque, nous commencerons par un maillage de 1 x 1 m. Ceci est considéré comme un maillage grossier pour la structure étudiée puisque nous aurons un seul élément de maillage sur toute la hauteur de la structure. Ce maillage grossier initial devrait faire ressortir les problèmes de verrouillage par cisaillement dans le plan. Ensuite, nous utiliserons un maillage correct de 0,33 x 0,33 m, ce qui devrait rendre la structure moins sensible au cisaillement, même dans les versions précédentes de l'AD.

• **Comparaison de la flèche**

Une comparaison des flèches est effectuée entre le modèle avec poutre, le modèle avec coque (avec un maillage grossier et un maillage correct) dans les versions précédentes et 2025 d'Advance Design. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

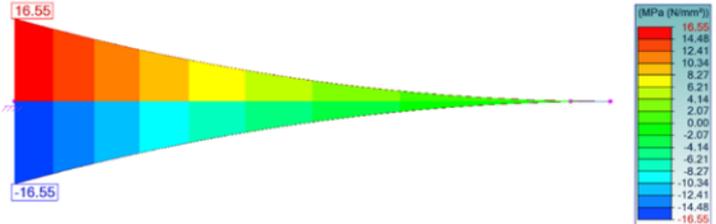
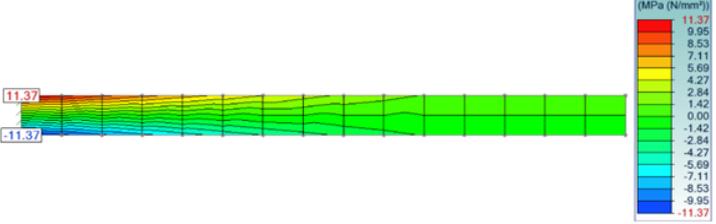
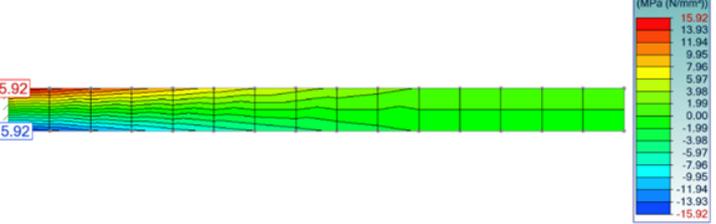
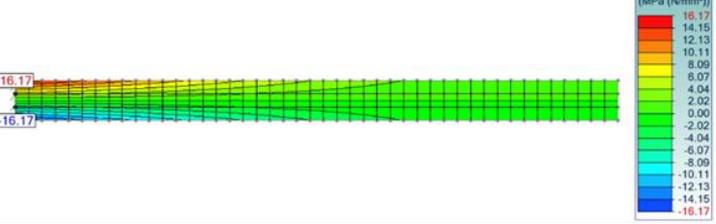
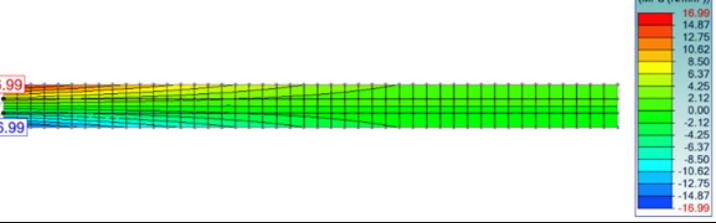
|   |         |  |
|---|---------|--|
| Modèle avec poutre  | 5.94 cm |    |
| Modèle avec coque (maillage grossier) Advance Design 2024.1 | 4.08 cm |    |
| Modèle avec coque (maillage grossier) Advance Design 2025   | 5.70 cm |   |
| Modèle avec coque (maillage correct) Advance Design 2024.1  | 5.65 cm |  |
| Modèle avec coque (maillage correct) Advance Design 2025    | 5.9 cm  |  |

Pour le maillage grossier, les versions précédentes d'Advance Design rencontrent des problèmes de verrouillage par cisaillement dans le plan et la structure est plus rigide qu'elle ne devrait l'être, ce qui se traduit par une flèche inférieure imprécise. L'adoption d'un meilleur maillage a permis d'obtenir des résultats plus proches des valeurs de référence (modèle avec poutre).

Advance Design 2025 gère beaucoup mieux les problèmes de cisaillement dans le plan, même avec un maillage grossier. Tant pour le maillage grossier que pour le maillage correct, AD 2025 donne des résultats précis qui sont proches du modèle de poutre de référence.

• Comparaison des contraintes normales

Une comparaison des contraintes normales de flexion est maintenant effectuée entre les différents modèles.

|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| <p>Modèle avec poutre</p>  | <p>16.55<br/>Mpa</p> |    |
| <p>Modèle avec coque<br/>(maillage grossier)<br/>Advance Design 2024.1</p> | <p>11.37<br/>Mpa</p> |    |
| <p>Modèle avec coque<br/>(maillage grossier)<br/>Advance Design 2025</p>   | <p>15.92<br/>Mpa</p> |   |
| <p>Modèle avec coque<br/>(maillage correct)<br/>Advance Design 2024.1</p>  | <p>16.17<br/>Mpa</p> |  |
| <p>Modèle avec coque<br/>(maillage correct)<br/>Advance Design 2025</p>    | <p>16.99<br/>Mpa</p> |  |

Les résultats et les conclusions sont identiques à ceux de l'exemple précédent. Pour un maillage grossier, les versions précédentes d'Advance Design rencontrent des problèmes de verrouillage par cisaillement dans le plan et la contrainte normale dans la structure est sous-estimée. L'adoption d'un meilleur maillage a permis d'obtenir des résultats plus proches des valeurs de référence (modèle avec poutre).

Advance Design 2025 gère beaucoup mieux les problèmes de cisaillement dans le plan, même avec un maillage grossier. Tant pour le maillage grossier que pour le maillage correct, AD 2025 donne des résultats précis en matière de contraintes normales qui sont proches du modèle de poutre de référence.

Il convient de noter ici encore que pour les éléments à maillage Q4, le verrouillage par cisaillement dans le plan ne pose des problèmes d'imprécision que pour les coques et les membranes ayant un maillage grossier.

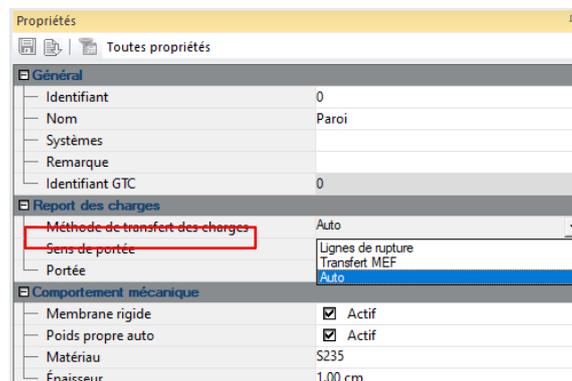
### 3.3. Nouvelle méthode de report des charges des parois

**Nouvelle méthode de report des charges des parois vers les éléments filaires en utilisant l'approche MEF. Il permet le report des charges de tout type et de toute forme.**

Advance Design utilise les parois pour transférer les charges des éléments surfaciques tels que les toitures et les murs aux éléments porteurs. Précédemment, le report des charges des paroi vers les éléments porteurs était effectué uniquement selon la méthode des lignes de rupture. Malgré son aspect pratique, cette approche est surtout précise pour les parois quadrilatérales chargés uniformément. Dans ce cas, nous obtenons le report des charges analytique classique. Cependant, lorsqu'il s'agit d'un système de chargement et d'une géométrie de paroi plus complexe, la méthode analytique n'est pas en mesure de représenter le report réel des charges par lignes de rupture, car l'imprécision de cette méthode s'accroît.

Pour améliorer les résultats du report des charges dans les cas où la charge était irrégulière ou définie uniquement sur une partie de la paroi, une nouvelle option a été introduite dans la mise à jour 2024.1.2 pour convertir la charge définie en charge uniforme équivalente, ce qui, pour les systèmes réguliers typiques, a amélioré la répartition des efforts sur les éléments. (Pour plus d'informations, voir [Nouveautés Advance Design 2024.1.2](#)).

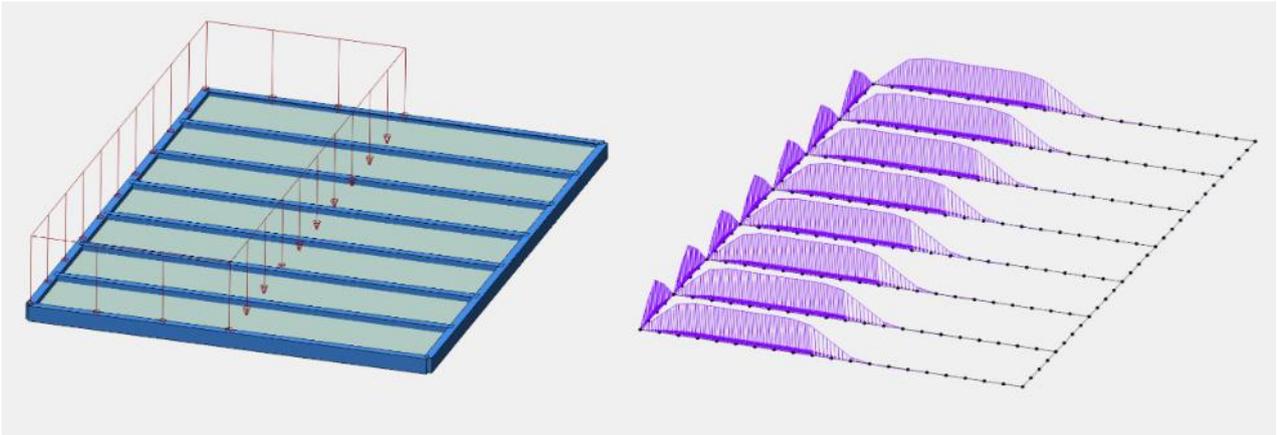
Néanmoins, dans la dernière version d'Advance Design 2025, afin de traiter tous les scénarios de chargement avec une bonne précision, un nouvel algorithme de report des charges par éléments finis a été introduit. Le nouvel algorithme peut être activé individuellement par paroi, et à cette fin dans ses paramètres est maintenant présent un champ avec trois options disponibles : Lignes de rupture, Transfert MEF et Auto.



**Lignes de rupture**, comme son nom l'indique, est un report de charges basé sur la théorie des lignes de rupture et convient le mieux aux parois quadrilatérales avec une répartition uniforme des charges. **Transfert MEF** est pour le report des charges éléments finis et convient pour tous les autres scénarios de chargement. **Auto** permet au logiciel de choisir l'option appropriée (Lignes de rupture ou Transfert MEF) en fonction des charges appliquées et de la géométrie de la paroi. L'option **Auto** est l'option par défaut.

La nouvelle option de transfert MEF est basée sur une analyse MEF en arrière-plan dans laquelle les étapes suivantes sont effectuées pour chaque paroi :

- La paroi et les éléments porteurs qui l'entourent (poutres et poteaux) sont isolés.
- La paroi est considérée comme une coque épaisse faite d'un matériau RIGIDE.
- Les poutres et les poteaux porteurs sont considérés comme des appuis encastres respectivement ponctuels et linéaires.
- Des charges sont appliquées sur ce modèle et un maillage est effectué.
- Ce modèle d'arrière-plan est analysé et les efforts résultants sur les appuis sont convertis en charges linéaires et appliqués aux éléments de structure correspondants dans le modèle global.

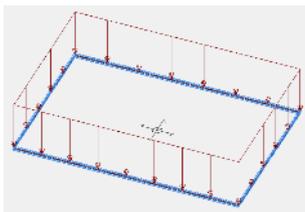


Pour toutes les méthodes de transfert, nous pouvons également indiquer un sens de portée (x, y, xy, autre). Toutefois, la sélection de la méthode "Autre", qui permet de modifier la répartition de la zone d'influence sur chaque bord, n'est disponible que pour la méthode des lignes de rupture.

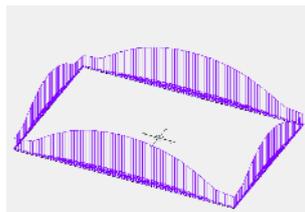
**Remarque :** La forme du report des charges à l'aide de la méthode de transfert par MEF est tributaire de la densité du maillage MEF, définie dans les paramètres globaux du maillage. De plus, il faut tenir compte du fait que l'utilisation de la nouvelle méthode peut augmenter légèrement le temps de génération du modèle et des calculs eux-mêmes.

## Exemples

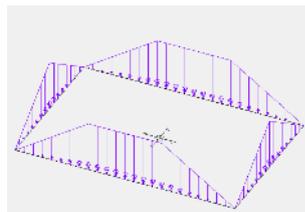
Voyons des exemples des effets du transfert de charge vers des éléments filaires pour une géométrie assez simple. Pour les lignes de rupture, les résultats sont donnés avec l'option de conversion des charges surfaciques en charges uniformes désactivée et avec l'option de conversion activée (option disponible à partir de la version 2024.1.2).



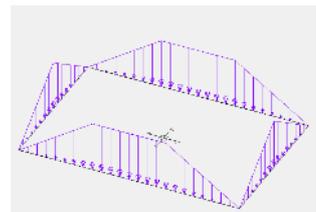
Charge appliquée



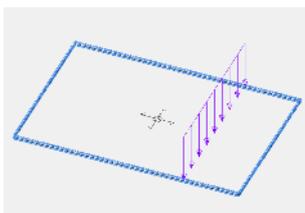
Transfert FEM



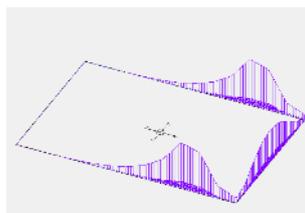
Lignes de rupture  
(conversion désactivée)



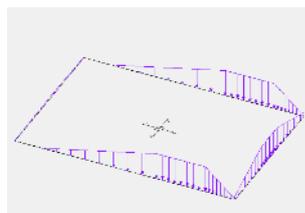
Lignes de rupture  
(conversion activée)



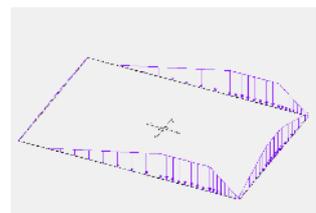
Charge appliquée



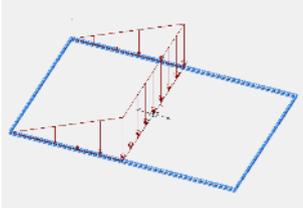
Transfert FEM



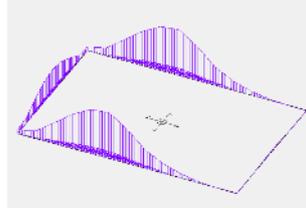
Lignes de rupture  
(conversion désactivée)



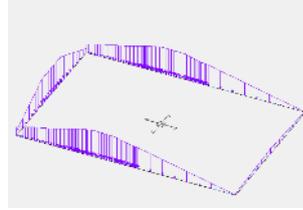
Lignes de rupture  
(conversion activée)



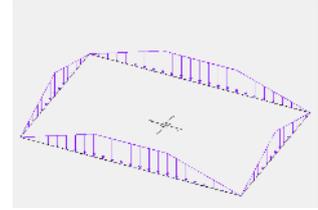
*Charge appliquée*



*Transfert FEM*



*Lignes de rupture  
(conversion  
désactivée)*



*Lignes de rupture  
(conversion  
activée)*

## 4. Modélisation

Nouvelle série de fonctionnalités et d'améliorations liées à la création d'un modèle de calcul.

### 4.1. Générateur de structures photovoltaïques

**Possibilité de modéliser rapidement et facilement les structures utilisées pour soutenir les panneaux photovoltaïques. Il couvre les géométries utilisées dans les fermes solaires, les toitures terrasses et les parkings.**

La prise de conscience de la nécessité d'obtenir de l'énergie à partir de sources renouvelables entraîne une augmentation de la présence d'installations photovoltaïques. En observant les alentours, on voit de plus en plus souvent des panneaux photovoltaïques, que ce soit sur les toits des bâtiments, dans les jardins des particuliers, sur les places de parking ou, enfin, dans des fermes solaires dédiées. Dans tous les cas, les panneaux photovoltaïques sont supportés par une structure composée principalement de profilés métalliques, et la géométrie des structures est similaire dans la plupart des cas. En même temps, pour des raisons de nécessité d'adaptation aux conditions d'un lieu donné et d'obtention d'une solution économique, ces structures sont généralement conçues de manière personnalisée.

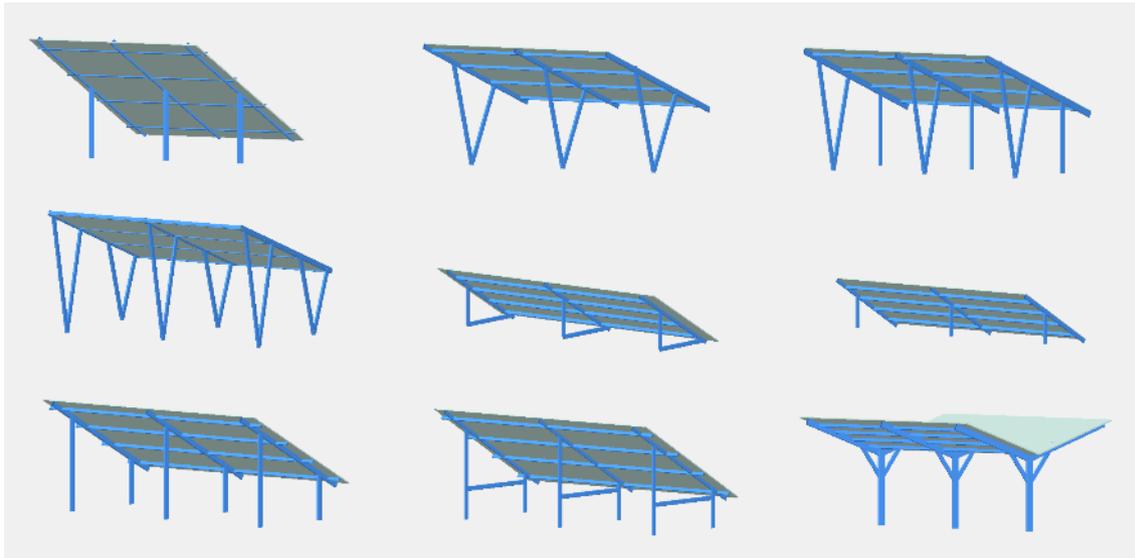
Il n'est donc pas surprenant que de plus en plus d'utilisateurs d'Advance Design calculent ce type de structures, en tirant parti des possibilités offertes, notamment la facilité de modélisation, la définition rapide des charges, ainsi que la capacité d'optimiser les structures en métal. Afin de faire gagner du temps à l'utilisateur lors de la partie la plus laborieuse, à savoir la modélisation de la structure, la dernière version du logiciel Advance Design introduit un nouveau générateur de géométrie conçu pour les structures porteuses de panneaux photovoltaïques (PV). L'introduction du nouveau générateur marque une avancée significative pour Advance Design, permettant aux calculateurs de concevoir efficacement les structures photovoltaïques.

#### Principales caractéristiques du nouveau générateur

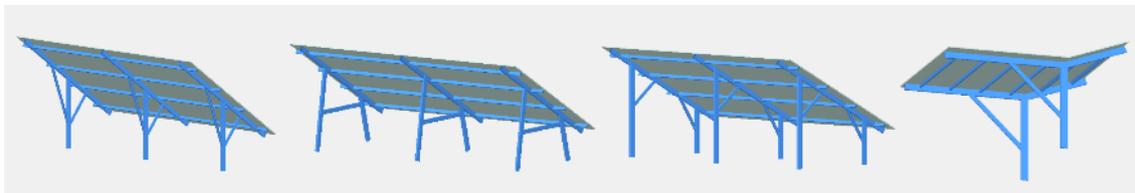
- **Modélisation polyvalente** : Le générateur permet aux utilisateurs de modéliser neuf types de géométries différentes, couvrant les solutions les plus courantes utilisées. Ces géométries sont adaptables, ce qui permet de définir différents sous-types géométriques afin de répondre aux diverses exigences des projets.

Types de géométrie disponibles :

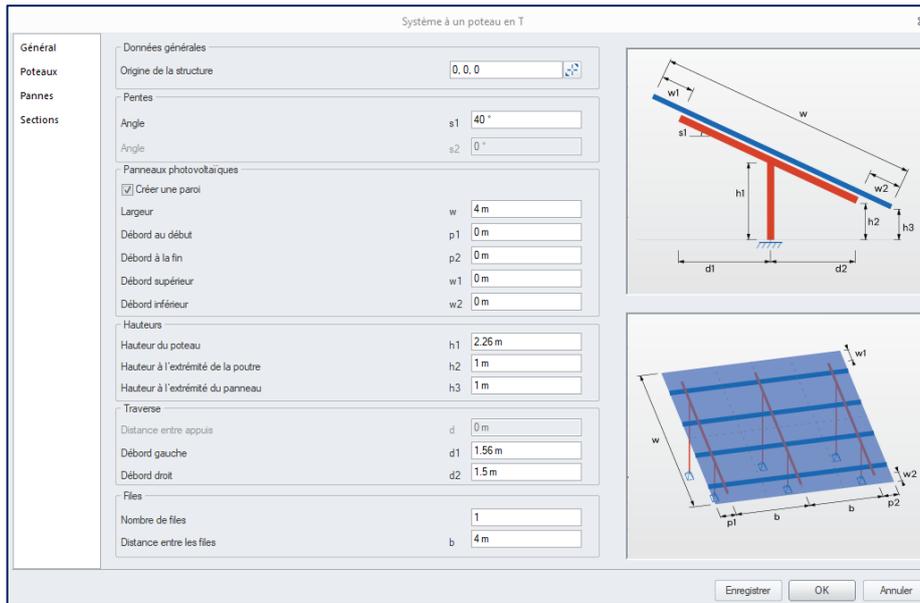
- Système à un poteau en T
- Système en V à deux poteaux
- Système en VI à trois poteaux
- Système en VV à quatre poteaux
- Système à deux poteaux avec poutre horizontale
- Système à poutre portée
- Système à deux poteaux
- Système à deux poteaux avec poutre horizontale
- Système à un poteau en Y



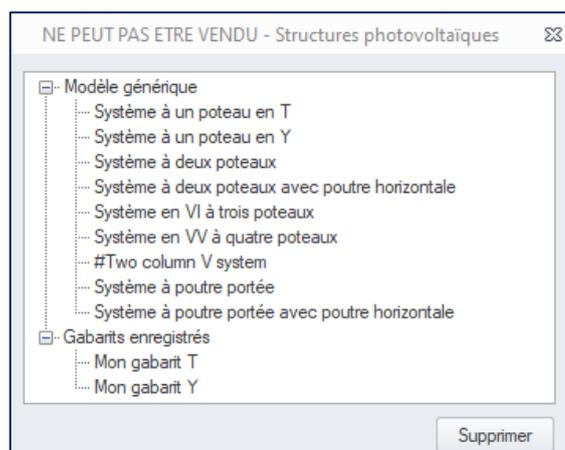
- Possibilités d'édition étendues** : La plupart des paramètres géométriques peuvent être modifiés, ce qui permet une grande souplesse de modélisation. Par exemple, les poteaux peuvent être déplacés et inclinés à volonté, et peuvent être renforcés par des bracons supplémentaires. Vous pouvez en outre définir un nombre quelconque de travées, un nombre variable de pannes, ainsi que des prolongements ou des raccourcissements de pannes et/ou de poutres.



- Vaste gamme d'applications** : Les géométries générées sont applicables à un large éventail de projets, y compris les fermes solaires à grande échelle, les installations résidentielles sur les toits et les structures d'abris pour voitures. Cette polyvalence garantit que les ingénieurs peuvent utiliser l'outil dans différents contextes, favorisant ainsi l'adoption généralisée des solutions de production d'énergie solaire.
- Interface conviviale et intuitive** : Conçu pour être facile à utiliser, le module offre une interface conviviale qui simplifie le processus de modélisation. Les ingénieurs peuvent rapidement naviguer parmi les options et personnaliser la géométrie en fonction des besoins spécifiques du projet, ce qui leur permet de gagner un temps précieux.

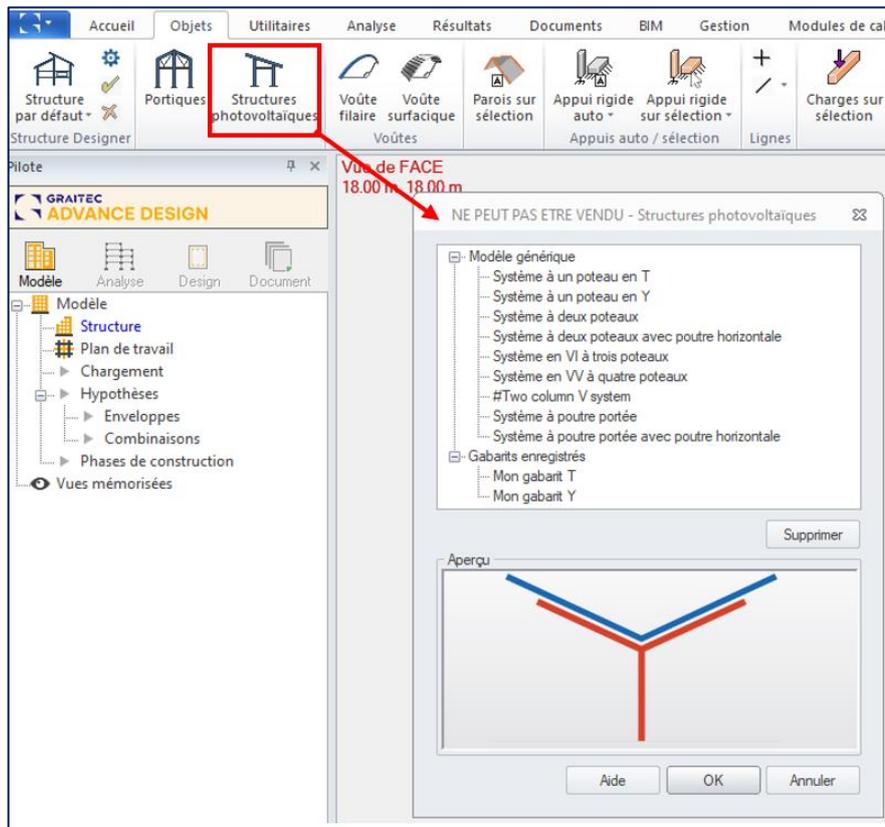


- Génération de structures complètes :** En plus de générer des modèles géométriques, le générateur crée également les parois et les appuis. Il gère également les données sur les matériaux et les gabarits, ce qui accélère considérablement le processus de conception. Les appuis placés aux extrémités des poteaux peuvent être définis comme encastrés ou articulés. Dans le cas de poteaux verticaux, il est possible de définir la profondeur de l'encastrement dans le sol et la définition d'un appui linéaire élastique.
- Personnalisation et possibilité de réutilisation :** Les utilisateurs ont la possibilité d'enregistrer les données d'entrée sous forme de gabarits personnalisés en vue d'une réutilisation ultérieure. Il est possible d'enregistrer un nombre illimité de versions personnalisées des données saisies, ce qui permet de constituer une bibliothèque personnalisée de solutions types. Cette fonctionnalité permet de rationaliser le processus de création de structures similaires, ce qui améliore la productivité et la cohérence dans la réalisation des projets.

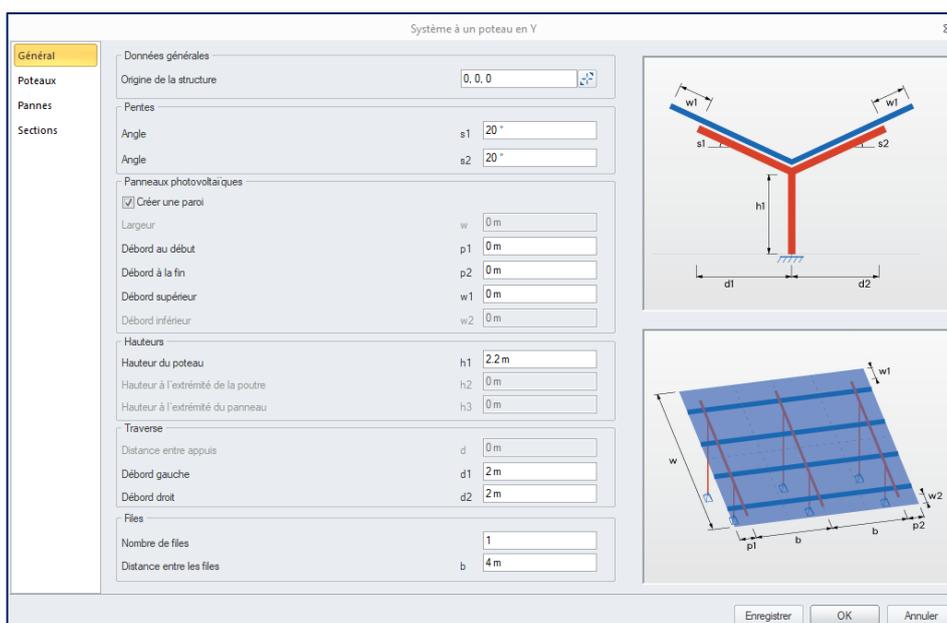


Comment générer une nouvelle structure ?

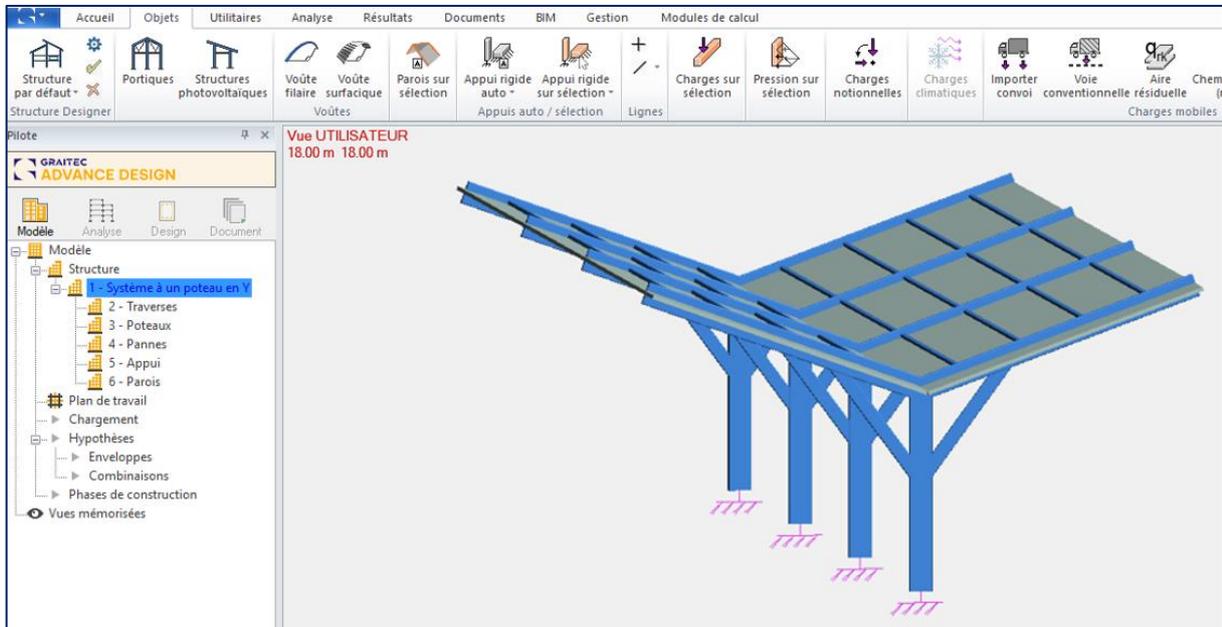
1. Dans le ruban **Objet**, sélectionnez la commande **Structures photovoltaïques**.



2. Sélectionnez le type souhaité dans la liste.
3. Dans la boîte de dialogue, ajustez les dimensions et les paramètres en fonction de vos besoins.



4. [Facultatif] Pour enregistrer les données saisies en tant que gabarit pour la prochaine utilisation, appuyez sur **Enregistrer** et saisissez un nom pour le nouveau gabarit. Les gabarits enregistrés sont visibles dans la fenêtre du gestionnaire.
5. Appuyer sur **OK**. Un nouveau modèle est automatiquement créé. Notez que les éléments générés sont automatiquement regroupés dans les systèmes appropriés, ce qui facilite grandement l'exploitation.



## Informations complémentaires sur les paramètres disponibles

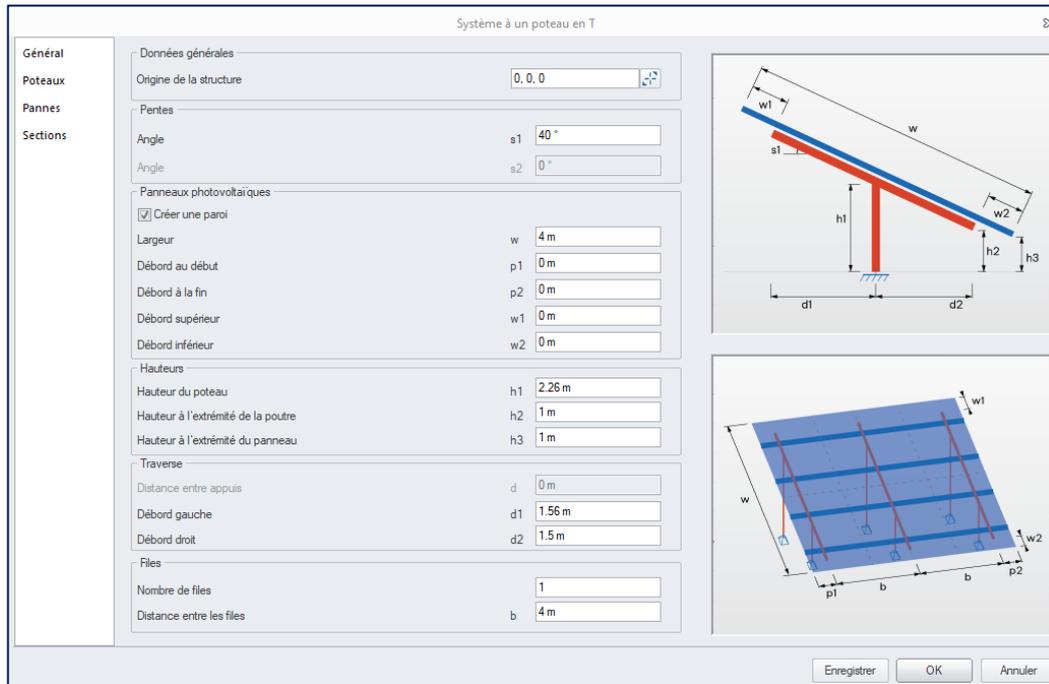
Le générateur contient quatre onglets avec des paramètres pour la définition du modèle : Général, Poteaux, Panneaux et Sections.

### 1. Général

Les parties suivantes sont disponibles à partir de cette fenêtre :

- **Données générales** - permet d'indiquer ou de saisir le point d'insertion de la structure
- **Pentes** - permet de saisir l'angle de la pente
- **Panneaux photovoltaïques** - permet de saisir les dimensions de la zone couverte par les panneaux photovoltaïques et de décider si la paroi correspondante doit être créée dans le modèle.
- **Hauteurs** - vous permet de saisir la hauteur de la structure en fonction de sa géométrie.
- **Traverse** - permet d'entrer des largeurs définissant la taille de la structure.
- **Files** - vous permet de définir le nombre et l'espacement entre les files.

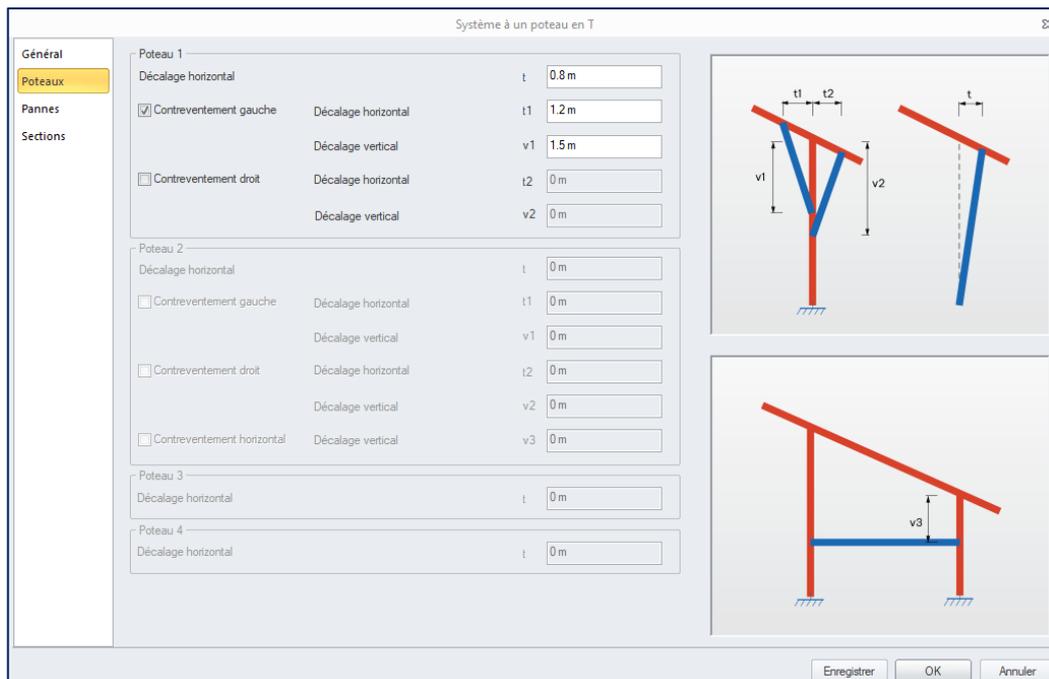
**Remarque :** *Certaines des dimensions saisies sont liées les unes aux autres et la modification de l'une d'entre elles peut entraîner le recalcul des autres. Les principaux paramètres sont l'angle de la pente ( $s$ ) et les dimensions du panneau photovoltaïque ( $w$ ). La saisie d'une dimension qui empêche la création de la géométrie rétablit automatiquement la valeur précédente avec un avertissement approprié.*



## 2. Poteaux

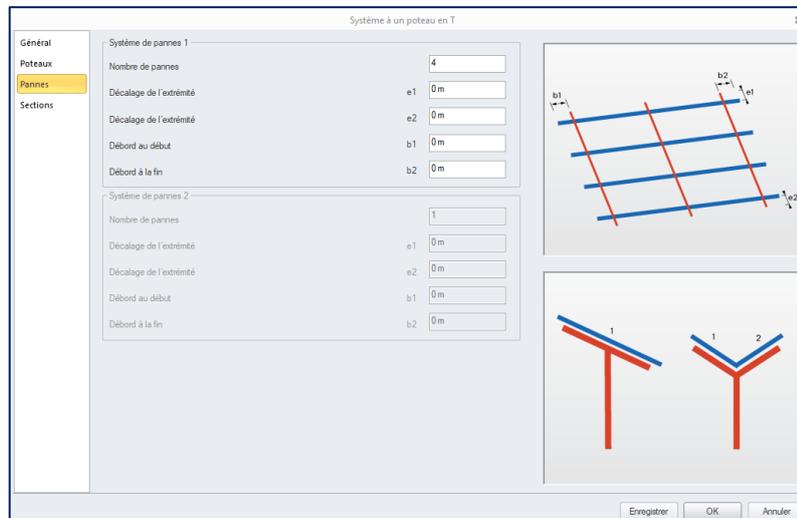
Cet onglet permet de définir l'inclinaison des poteaux ainsi que des contreventements (bracons) optionnels. Selon le type de géométrie, des données sont disponibles pour un ou plusieurs poteaux.

**Remarque:** Certains décalages horizontaux peuvent prendre des valeurs négatives, tandis que les décalages verticaux et horizontaux pour les contreventements sont mesurés à partir de la position actuelle de l'extrémité supérieure du poteau.



### 3. Pannes

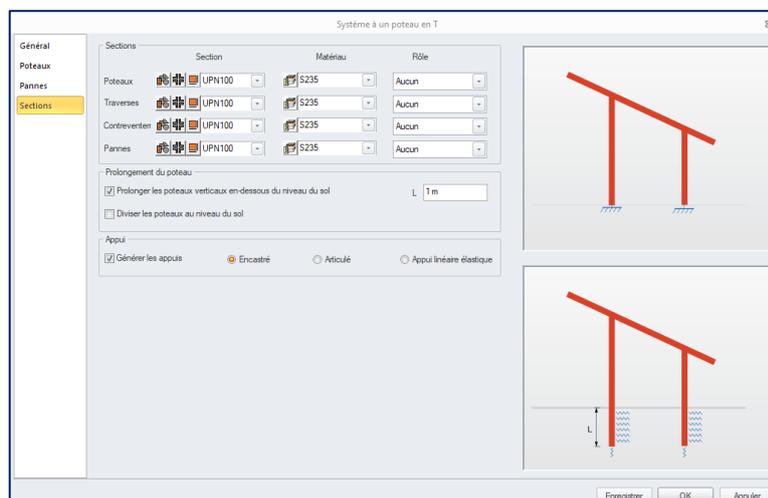
Cet onglet permet de définir la répartition des pannes et leur position par rapport aux poutres. Le système de pannes 2 n'est disponible que pour les systèmes à un poteau en Y.



### 4. Sections

Les parties suivantes sont disponibles à partir de cette fenêtre :

- **Sections** - permet de sélectionner la section, le matériau et le rôle pour quatre catégories d'éléments : **les poteaux, les poutres, les bracons et les pannes**. Pour plus de commodité, des sections et des matériaux par défaut ont été mis en place, mais vous pouvez sélectionner d'autres valeurs. Il convient également de noter qu'après avoir saisi vos données, vous pouvez les enregistrer en tant que gabarit.
- **Prolongement des poteaux** - permet de choisir si les poteaux sont directement appuyés au niveau du sol ou s'ils sont enterrés d'une certaine valeur. Dans le cas de poteaux enterrés, vous pouvez choisir de les découper automatiquement au niveau du sol, ce qui peut faciliter la définition ultérieure de divers paramètres de vérification pour les éléments métalliques.
- **Appuis** - permet de choisir si des appuis doivent être créés en pied de poteau. Dans le cas de poteaux encastrés dans le sol, il est possible de définir un appui linéaire sur cette hauteur. Notez que sa raideur doit être modifiée en conséquence après la génération du modèle.

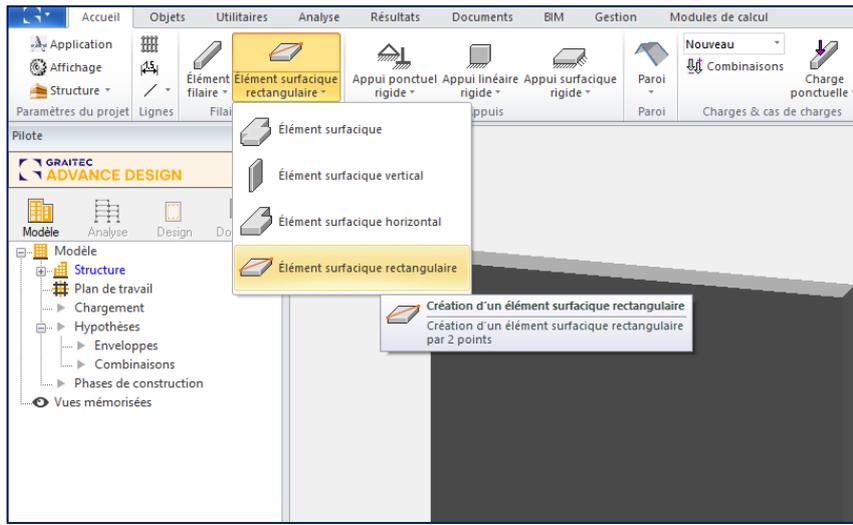


## 4.2. Définition d'éléments surfaciques par 2 points

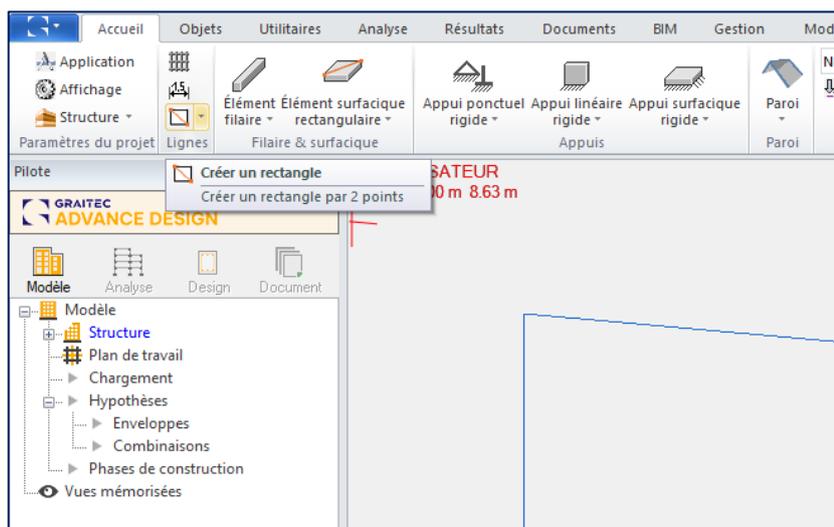
Définition d'éléments surfaciques rectangulaires, tels que des éléments surfaciques ou des parois, à l'aide de deux points.

À partir de la dernière version de l'application, une méthode plus rapide de définition des éléments surfaciques est disponible, en indiquant seulement deux points sur la diagonale. Cette fonctionnalité est relativement basique, mais elle améliore considérablement le confort et la rapidité de la modélisation d'éléments surfaciques rectangulaires classiques.

Ce nouveau mode de saisie est disponible pour les éléments surfaciques et les parois.



La même méthode peut être utilisée pour définir des polygones fermés de forme rectangulaire - utile pour faciliter la définition d'une ouverture. À cette fin, une nouvelle commande *Créer un rectangle* a été ajoutée à côté des commandes groupées de création des lignes/points/arcs/cercles.

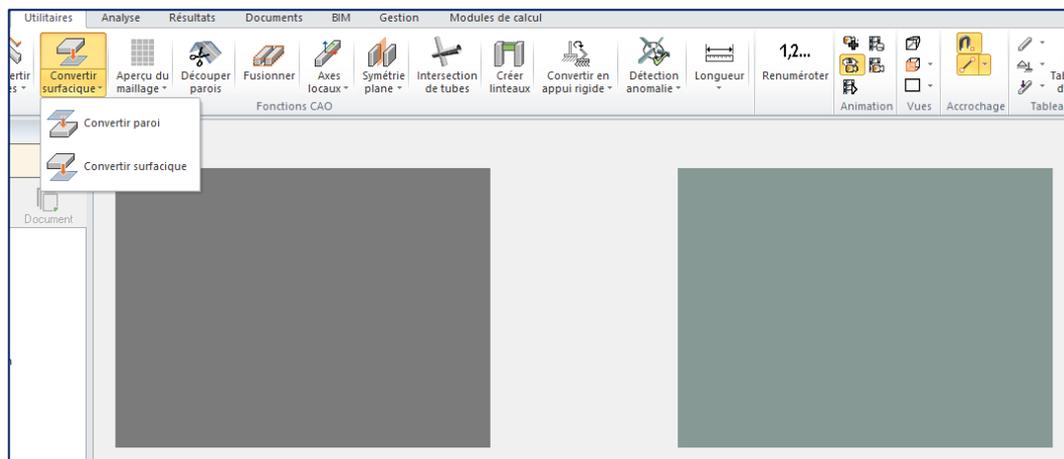


### 4.3. Conversion bidirectionnelle des parois en éléments surfaciques

**Possibilité de conversion bidirectionnelle de paroi en élément surfacique. Cette fonction est particulièrement utile pour corriger les modèles importés depuis un autre logiciel.**

Deux nouvelles commandes sont disponibles sur le ruban **Utilitaires**, dans le groupe de fonctions CAO :

1. **Convertir paroi** - Transforme une paroi en élément surfacique.
2. **Convertir surfacique** - Transforme un élément surfacique en paroi



Les deux commandes fonctionnent sur la sélection d'un ou plusieurs éléments d'un même type - éléments surfaciques ou parois. Ces commandes peuvent être utilisées à tout moment au cours de la modélisation de la structure et sont particulièrement utiles lorsque vous avez défini par erreur un élément surfacique d'un type différent de celui prévu ou, par exemple, pour mieux adapter un modèle importé à partir d'un autre logiciel.

La conversion est basée uniquement sur la géométrie des éléments. Cela signifie qu'un élément est supprimé et qu'un nouvel élément du nouveau type, mais avec la même géométrie, sera créé au même endroit. Si l'élément surfacique comportait des ouvertures dans son contour, celles-ci sont supprimées lors de la conversion. Tous les paramètres des nouveaux éléments sont définis par défaut, à l'exception du système, qui reste identique à celui de l'élément d'origine.

#### 4.4. Possibilité de définir dans un tableau ou d'importer depuis Excel des éléments filaires et ponctuels

**Possibilité de créer de nouveaux objets (linéaires ou ponctuels) à l'aide de tableaux de données et d'importer des éléments à partir d'une feuille de calcul Excel.**

Les tableaux de données disponibles dans Advance Design permettaient jusqu'à présent de visualiser et de modifier des objets existants. À partir de la dernière version 2025, ces tableaux peuvent également être utilisés pour supprimer et créer de nouveaux éléments filaires et ponctuels. La création de nouveaux éléments est disponible pour les objets de type point, élément filaire, appuis ponctuels et linéaires, et charges ponctuelles et linéaires.

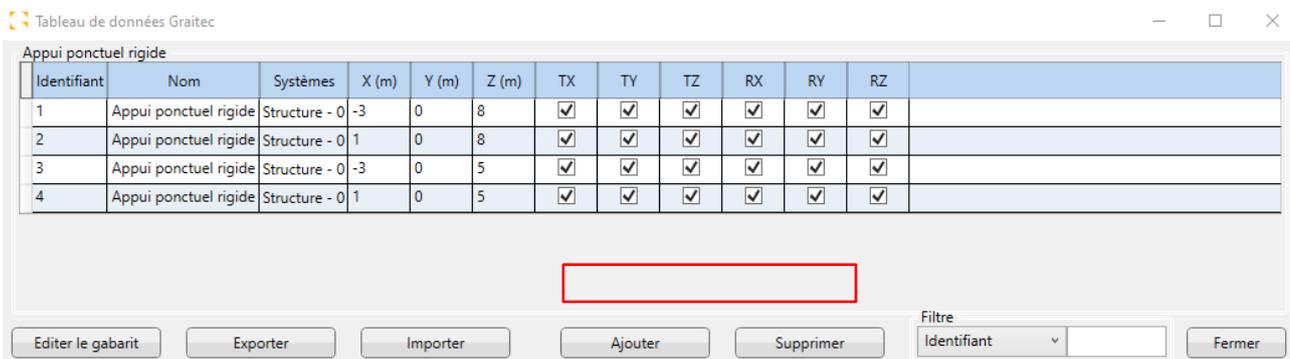
La création de nouveaux objets est possible selon deux scénarios : en ajoutant de nouvelles lignes dans un tableau ou en important le contenu d'un tableau à partir d'une feuille de calcul Excel.

#### Ajouter des éléments directement depuis le tableau

La saisie de nouvelles lignes par le biais du tableau, et donc de nouveaux éléments dans le modèle, est utile lorsque l'on souhaite saisir des éléments à l'aide de données saisies manuellement, comme des coordonnées.

Les nouveaux boutons **Ajouter** et **Supprimer** permettent d'ajouter de nouveaux éléments ou de supprimer des éléments existants :

- Le bouton **Supprimer** est actif pour tout type d'objet et supprime la ligne sélectionnée.
- Le bouton **Ajouter** est actif uniquement sur les objets qui peuvent être définis par une ou deux coordonnées (ponctuelles et linéaires) et ajoute une nouvelle ligne avec les données par défaut. Sur cette base, un nouvel objet est automatiquement créé dans le modèle.



Lors de la création de nouveaux éléments, ceux-ci ont un réglage par défaut et leur point de départ est fixé aux coordonnées 0,0,0. Bien entendu, l'édition des coordonnées de nouveaux objets permet de définir précisément leur emplacement.

Tableau de données Graitec

| Élément filaire |                |               |               |         |         |         |         |         |         |        |             |             |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-----------------|----------------|---------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Identifiant     | Nom            | Systèmes      | Type          | X 1 (m) | Y 1 (m) | Z 1 (m) | X 2 (m) | Y 2 (m) | Z 2 (m) | Code   | Extrémité 1 | Extrémité 2 | Tx                       | Ty                       | Tz                       | Rx                       | Ry                       | Rz                       | Tx                       | Ty                       | Tz                       | Rx                       | Ry                       | Rz                       |                          |
| 1               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 2               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 6       | 0       | 0       | 6       | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 3               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 12      | 0       | 0       | 12      | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 4               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 18      | 0       | 0       | 18      | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 5               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 0       | 0       | 5       | 6       | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 6               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 6       | 0       | 5       | 12      | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 7               | Filaire        | Structure - 0 | Poutre courte | 12      | 0       | 5       | 18      | 0       | 5       | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |
| 8               | Nouvel élément | Structure - 0 | Poutre courte | 6       | 0       | 0       | 0       | 0       | 4.75    | C25/30 | R20°30      | R20°30      | <input type="checkbox"/> |

Editer le gabarit Exporter Importer Ajouter Supprimer Filtre Identifiant Fermer

## Importation d'éléments à partir d'Excel

L'importation d'objets à partir d'Excel permet de créer rapidement des structures dont la géométrie est définie dans la feuille de calcul. L'importation d'objets à partir d'une feuille Excel offre de nombreux nouveaux scénarios de génération de modèles. L'une d'entre elles est la possibilité de créer des générateurs de géométrie personnalisés dans l'environnement Excel à l'aide de formules ou de macros.

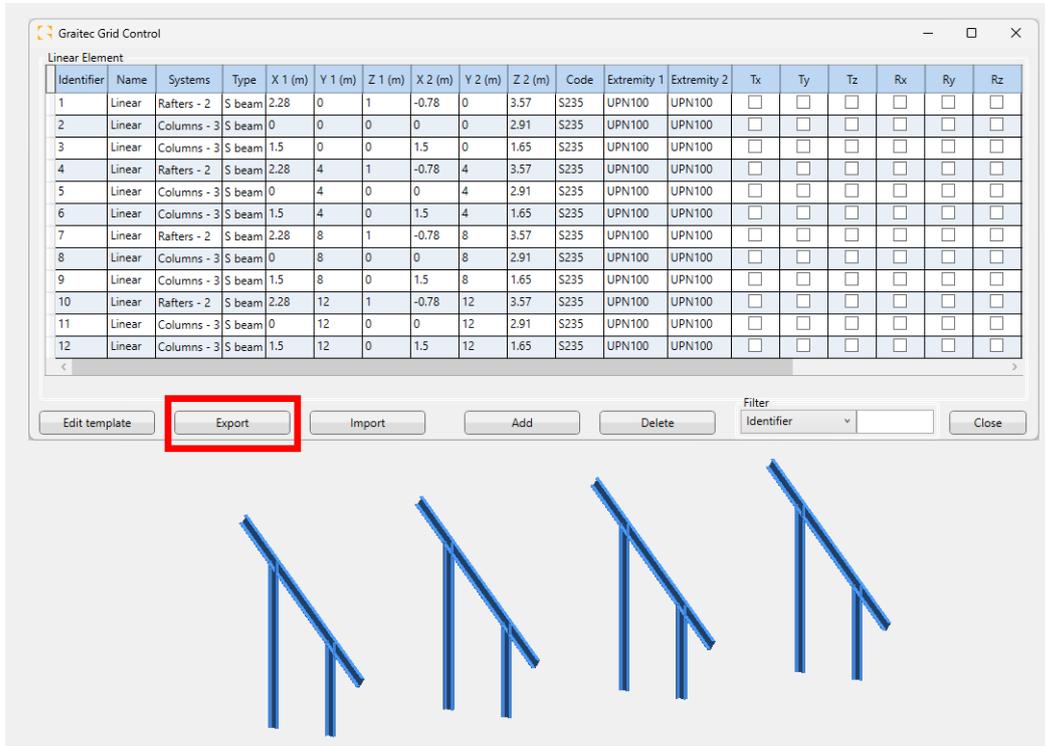
| Name              | Symbol | Value | Unit |
|-------------------|--------|-------|------|
| Height H1         | H1     | 8     | m    |
| Height H2         | H2     | 6     | m    |
| Width W1          | W1     | 2     | m    |
| Width W2          | W2     | 4     | m    |
| Width W3          | W3     | 2     | m    |
| Length L          | L      | 8     | m    |
| Number of purlins | n      | 5     |      |
| Material          | S235   |       |      |
| Section - Columns | IPF900 |       |      |
| Section - Beams   | IPF200 |       |      |
| Section - Purlins | IPF100 |       |      |
| Number of bars    |        | 11    |      |

| Identific | Name     | Systèmes      | Type   | X 1 (m) | Y 1 (m) | Z 1 (m) | X 2 (m) | Y 2 (m) | Z 2 (m) | Code | Extrémité 1 | Extrémité 2 |
|-----------|----------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|-------------|-------------|
| 1         | Column 1 | Structure - 0 | S beam | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 8       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 2         | Column 2 | Structure - 0 | S beam | 4       | 0       | 0       | 4       | 0       | 6       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 3         | Column 3 | Structure - 0 | S beam | 0       | 8       | 0       | 0       | 8       | 6       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 4         | Column 4 | Structure - 0 | S beam | 4       | 8       | 0       | 4       | 8       | 6       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 5         | Beam 1   | Structure - 0 | S beam | 0       | 0       | 8       | 0       | 8       | 6       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 6         | Beam 2   | Structure - 0 | S beam | 4       | 0       | 6       | 4       | 8       | 6       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 7         | Purlin 1 | Structure - 0 | S beam | -2      | 0       | 9       | 6       | 0       | 5       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 8         | Purlin 2 | Structure - 0 | S beam | -2      | 2       | 9       | 6       | 2       | 5       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 9         | Purlin 3 | Structure - 0 | S beam | -2      | 4       | 9       | 6       | 4       | 5       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 10        | Purlin 4 | Structure - 0 | S beam | -2      | 6       | 9       | 6       | 6       | 5       | S235 | IPF300      | IPF3        |
| 11        | Purlin 5 | Structure - 0 | S beam | -2      | 8       | 9       | 6       | 8       | 5       | S235 | IPF300      | IPF3        |

Exemple d'un générateur de géométrie simple

Que vous souhaitiez définir une nouvelle géométrie à partir de zéro ou modifier une structure existante, le processus est similaire et se compose de trois étapes :

1. Export des données vers une feuille de calcul Excel



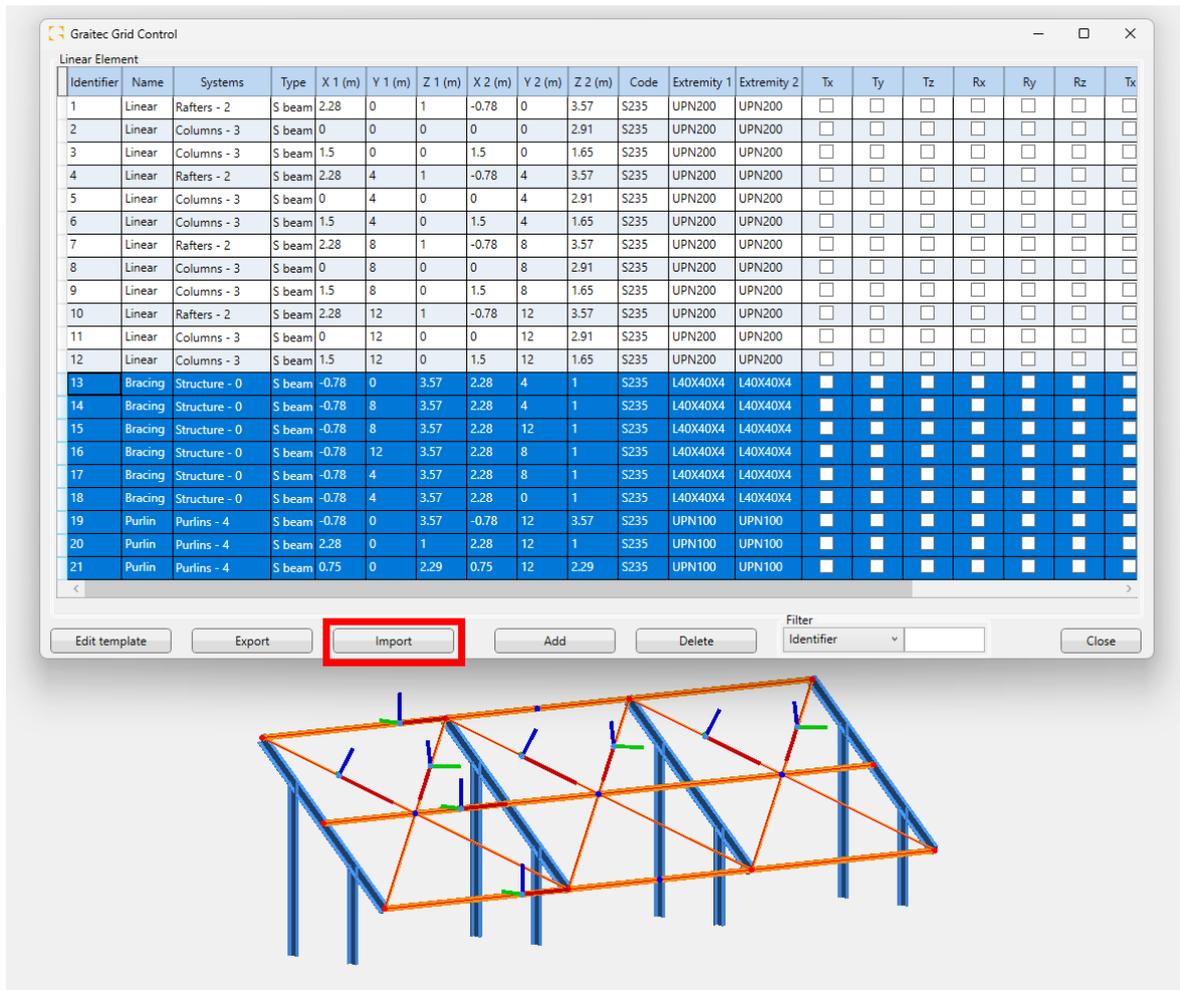
Export d'éléments filaires à partir d'une structure existante

2. Ajout des éléments à la feuille de calcul

| Identifiant | Name    | Systems       | Type   | X 1 (m) | Y 1 (m) | Z 1 (m) | X 2 (m) | Y 2 (m) | Z 2 (m) | Code        | Extremity 1 | Extremity 2 | Tx       | Ty    |       |
|-------------|---------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|----------|-------|-------|
| 1           | Linear  | Rafters - 2   | S beam | 2.28    | 0       | 1       | -0.78   | 0       | 3.57    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 2           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 2.91    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 3           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 1.5     | 0       | 0       | 1.5     | 0       | 1.65    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 4           | Linear  | Rafters - 2   | S beam | 2.28    | 4       | 1       | -0.78   | 4       | 3.57    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 5           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 0       | 4       | 0       | 0       | 4       | 2.91    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 6           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 1.5     | 4       | 0       | 1.5     | 4       | 1.65    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 7           | Linear  | Rafters - 2   | S beam | 2.28    | 8       | 1       | -0.78   | 8       | 3.57    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 8           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 0       | 8       | 0       | 0       | 8       | 2.91    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 9           | Linear  | Columns - 3   | S beam | 1.5     | 8       | 0       | 1.5     | 8       | 1.65    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 10          | Linear  | Rafters - 2   | S beam | 2.28    | 12      | 1       | -0.78   | 12      | 3.57    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 11          | Linear  | Columns - 3   | S beam | 0       | 12      | 0       | 0       | 12      | 2.91    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 12          | Linear  | Columns - 3   | S beam | 1.5     | 12      | 0       | 1.5     | 12      | 1.65    | S235        | UPN100      | UPN100      |          |       |       |
| 13          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 0       |         | 3.5712  | 2.28    | 4       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 14          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 8       |         | 3.5712  | 2.28    | 4       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 15          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 8       |         | 3.5712  | 2.28    | 12      | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 16          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 12      |         | 3.5712  | 2.28    | 8       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 17          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 4       |         | 3.5712  | 2.28    | 8       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 18          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 4       |         | 3.5712  | 2.28    | 0       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 19          | Bracing | Structure - 0 | S beam | -0.7842 | 0       |         | 3.5712  | 2.28    | 0       | 1           | S235        | L40X40X4    | L40X40X4 | FALSE | FALSE |
| 20          | Purlin  | Purlins - 4   | S beam | -0.7842 | 0       |         | 3.5712  | -0.7842 | 12      | 3.571150439 | S235        | UPN100      | UPN100   | FALSE | FALSE |
| 21          | Purlin  | Purlins - 4   | S beam | 2.28    | 0       |         | 1       | 2.28    | 12      | 1           | S235        | UPN100      | UPN100   | FALSE | FALSE |
| 22          | Purlin  | Purlins - 4   | S beam | 0.7479  | 0       |         | 2.2856  | 0.7479  | 12      | 2.285575219 | S235        | UPN100      | UPN100   | FALSE | FALSE |

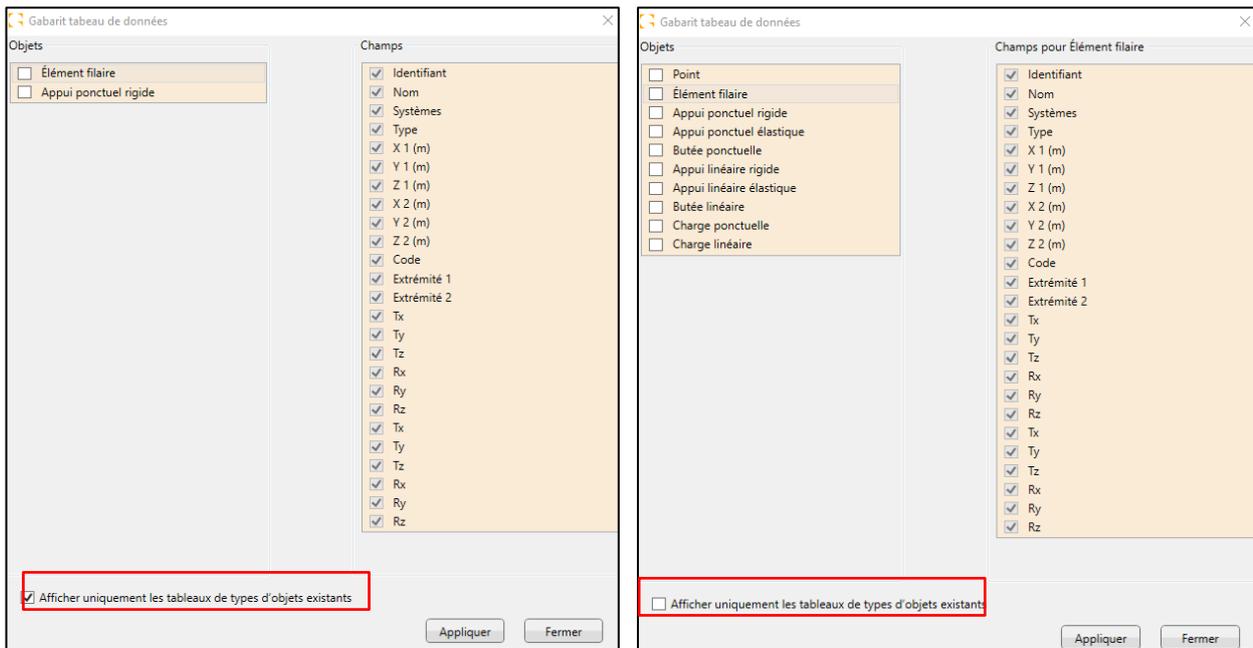
Extension de la liste des éléments avec de nouveaux éléments vers la feuille Excel

### 3. Import dans Advance Design.



*Import d'une feuille de calcul à partir d'Excel, au cours de laquelle de nouveaux éléments sont ajoutés*

Lors de l'exportation des données, les objets visibles dans les tableaux de la grille de données sont transférés. Ces objets sont ensuite regroupés par type d'objet dans des onglets distincts. Il est également possible d'exporter des tableaux vides au cas où des objets d'un type donné n'existent pas encore dans le modèle actuel, ce qui permet d'ajouter de nouveaux éléments d'un type donné dans la feuille Excel. Pour décider d'afficher et d'exporter tous les tableaux ou seulement ceux des types d'objets existants, utilisez l'option visible en bas de la fenêtre tableau de données.



Lors de l'édition des données dans la feuille de calcul, il est important de se rappeler que l'élément de la catégorie est reconnu par son numéro d'identification (Id). Cela signifie que si nous modifions les données d'un élément sans changer son identifiant, il sera mis à jour dans le modèle. Si nous ajoutons un élément avec un nouveau numéro d'identification, il sera créé dans le modèle. Si nous supprimons un élément portant un numéro d'identification donné dans le tableau, il sera supprimé du modèle. Si le tableau contient plusieurs éléments ayant le même numéro d'identification, l'importation s'arrête et les détails de cette anomalie sont décrits dans le fichier journal.

Lors de l'importation de données à partir d'une feuille Excel, une validation est effectuée et toute erreur est enregistrée dans un fichier journal au format texte. Voici quelques règles pour l'édition et l'importation de données :

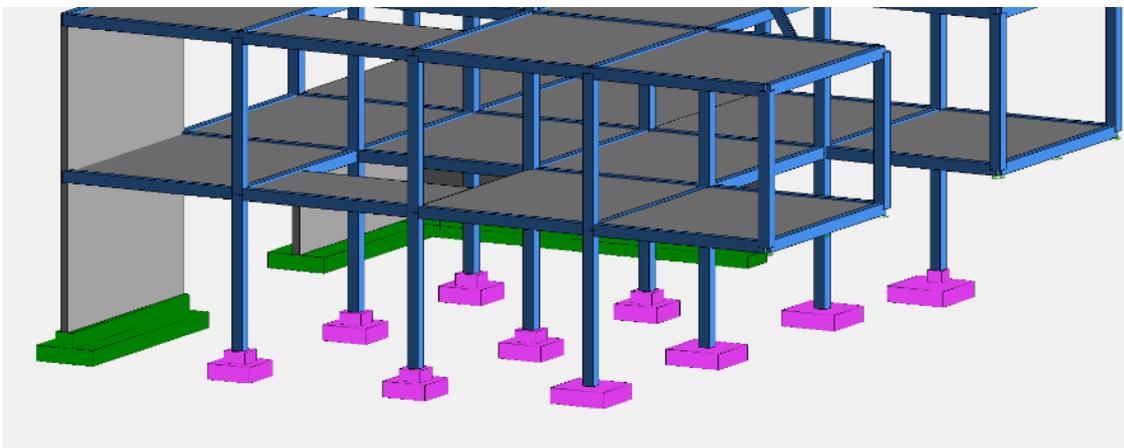
- La suppression d'un élément du tableau le supprime du modèle.
- L'ajout d'un élément avec un nouveau numéro d'identification l'ajoute au modèle.
- La modification des données d'un élément sans modification de son identifiant entraîne sa mise à jour dans le modèle.
- Lorsqu'il y a plusieurs éléments avec le même numéro d'identification dans un tableau, l'importation s'arrête.
- Lorsque le matériau ou la section saisi(e) est inconnu(e), la mise à jour ne sera pas effectuée pour les éléments existants, tandis que pour les nouveaux éléments, le matériau/la section par défaut sera attribué(e).
- Lorsque les données contenues dans les cellules ne sont pas appropriées (par exemple, des lettres au lieu de chiffres), la ligne concernée est ignorée.
- Lorsque des objets d'un type donné existent dans le modèle, mais que le tableau Excel correspondant est vide lors de l'importation, ces objets sont supprimés du modèle.
- Lorsqu'il existe des objets d'un type donné dans le modèle, mais que lors de l'importation, le fichier Excel ne contient pas de tableau faisant référence à ce type d'objet, les objets restent inchangés dans le modèle.

**4.5. Visualisation des semelles sur le modèle**

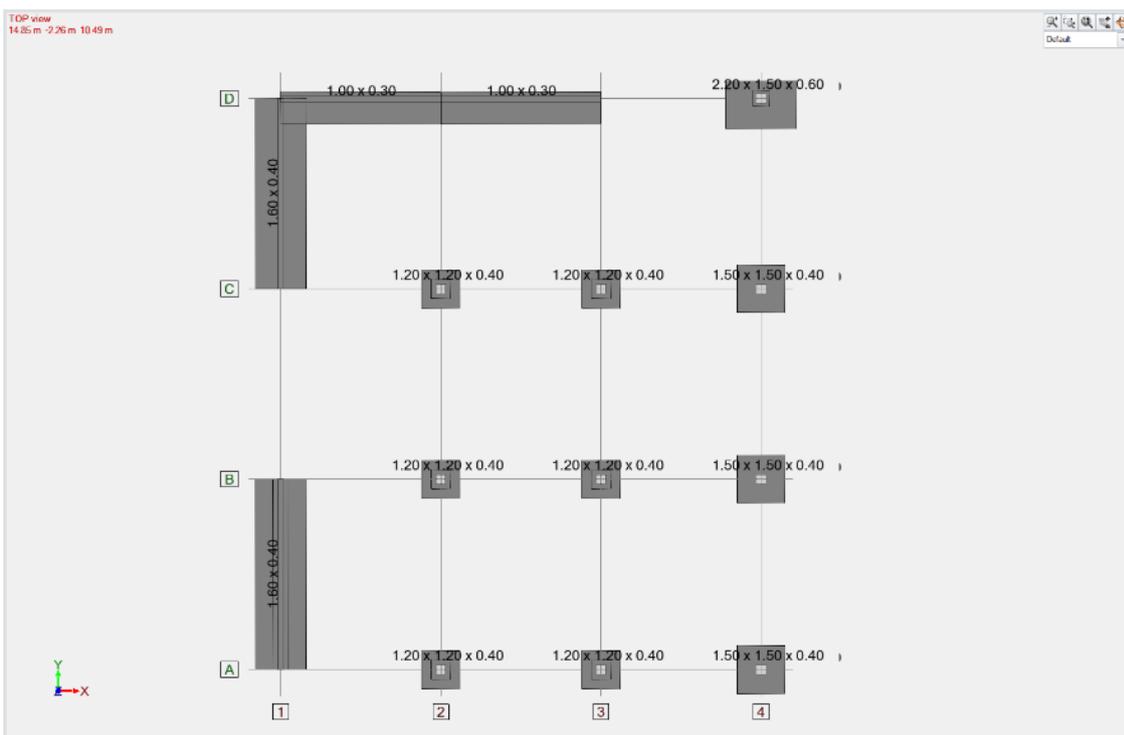
**Possibilité d'afficher dans un modèle 3D une représentation des fondations. Cela permet de visualiser les blocs de béton des fondations, de la semelle et des éléments portés.**

Lors de la création d'un modèle pour les calculs MEF, nous utilisons des appuis (tels que des appuis linéaires ou ponctuels) avec des propriétés mécaniques spécifiques (par exemple, encastrés ou articulés) pour modéliser les fondations. Dans Advance Design, il était auparavant possible de spécifier les dimensions de la fondation dans les propriétés de l'appui, puis d'inclure le volume de la fondation dans l'estimation des coûts et des émissions de CO<sub>2</sub> ou de transmettre ces dimensions au module RC Footing.

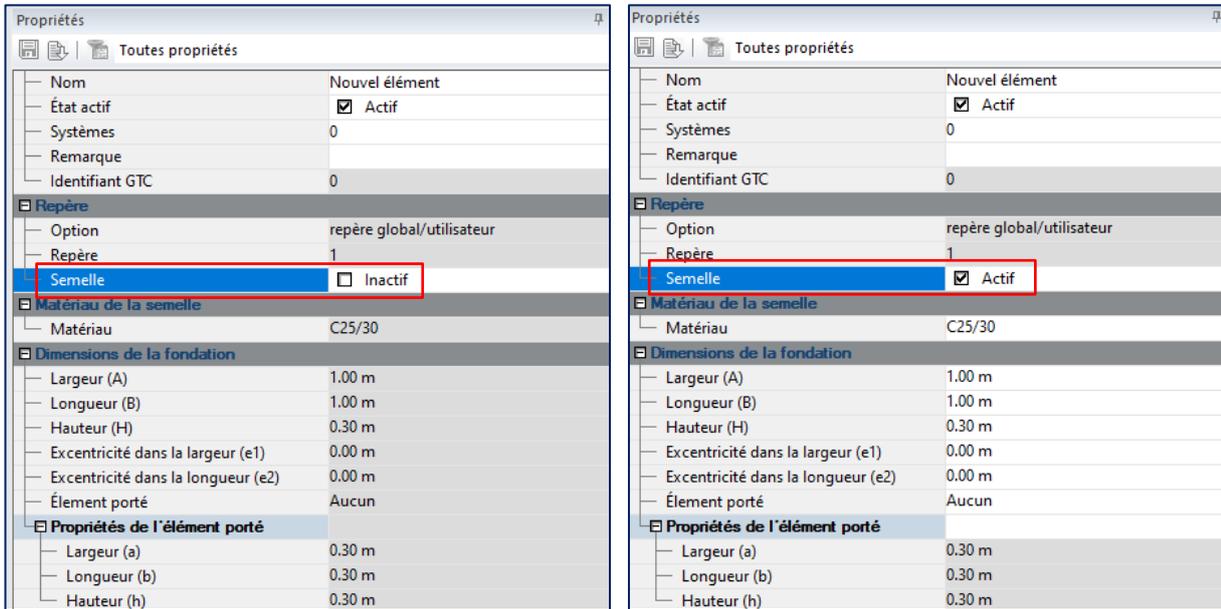
Dans la dernière version d'Advance Design 2025, les possibilités de paramétrage des fondations ont été étendues et la possibilité de les visualiser a été introduite.



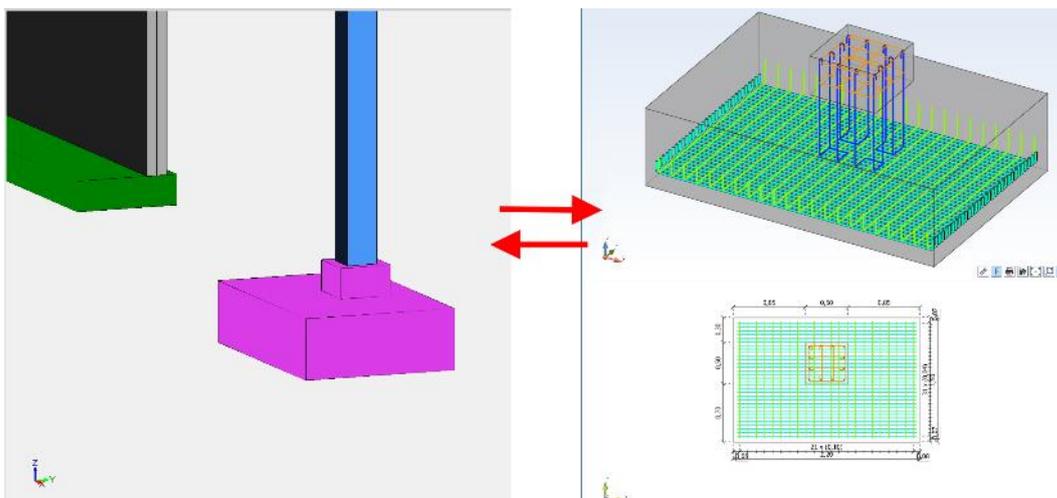
Cela facilite les échanges avec le module Footing, rend plus aisée la vérification des dimensions des semelles, et permet de mieux les visualiser.



Pour distinguer les appuis de fondation des appuis d'autres types, une nouvelle option « Semelle » a été ajoutée aux propriétés de l'appui. Lorsqu'il n'est pas actif, cet appui assure toutes les fonctions mécaniques mais n'est pas traité comme une semelle. Lorsque la nouvelle option est activée, toutes les autres propriétés liées aux semelles deviennent actives, y compris le matériau, les dimensions des semelles, le gabarit de calcul et les paramètres pour l'estimation des coûts et du CO<sub>2</sub>.

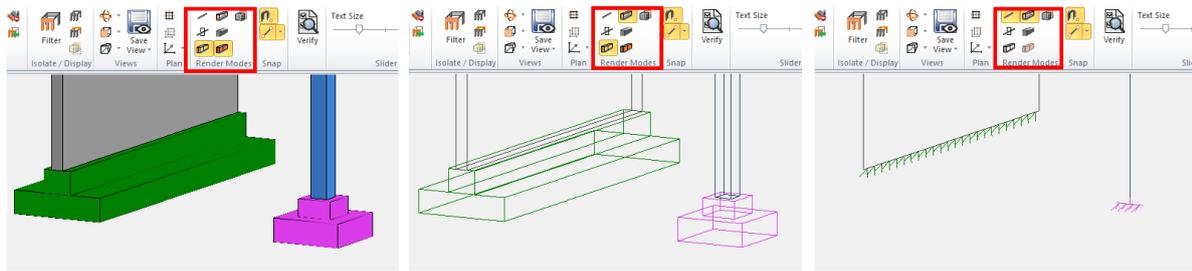


Pour décrire de manière plus complète la géométrie de la semelle, des informations sur l'excentricité, le type et les dimensions de l'élément porté (type de fût) ont été ajoutées à la liste des propriétés. Ces paramètres ne sont pas seulement utilisés lors de la visualisation mais sont également échangés de manière bidirectionnelle avec le module Footing. En conséquence, si les dimensions initiales de la fondation sont optimisées dans le module Footing, la géométrie finale de la semelle peut être affichée et décrite grâce à la synchronisation des données dans le modèle 3D.



**Remarque :** *Seuls les appuis de type semelle peuvent être exportés vers le module Footing.*

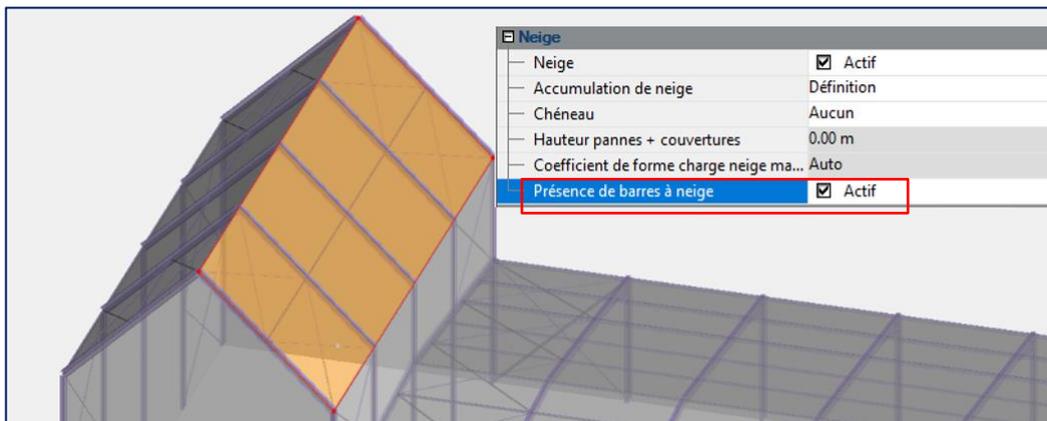
La représentation graphique des semelles dans le modèle, comme pour les autres éléments, dépend des paramètres de rendu.



### 4.6. Génération des charges de neige en présence de barres à neige

#### Possibilité de définir la présence de barres à neige en toiture (Eurocode).

Il est désormais possible de définir la présence d'un dispositif empêchant la neige de dériver du toit, tel que des barres à neige. Pour cela, une nouvelle option a été ajoutée dans les propriétés de l'objet paroi : *Présence de barres à neige*. Ce nouveau paramètre est disponible lorsque l'Eurocode est défini comme la norme pour les charges climatiques.



L'impact de cette option sera perceptible sur les toits à forte pente ( $\alpha > 30^\circ$ ). En effet, pour de telles géométries de toiture, le tableau 5.2 de la norme EN 1993-1-3 prévoit une diminution linéaire du coefficient de forme, qui tient compte de la tendance de la neige à glisser de la toiture.

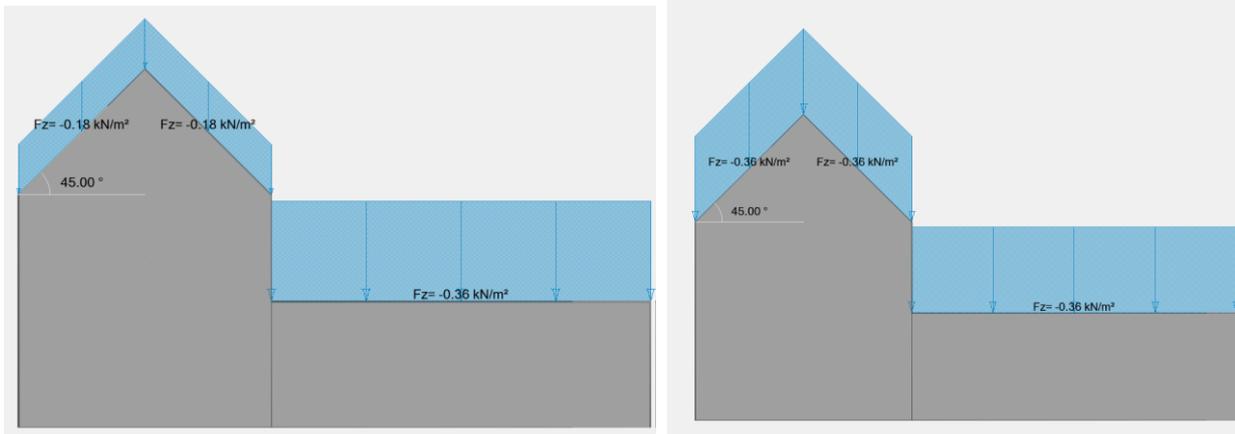
| Angle d'inclinaison $\alpha$ | $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ | $30^\circ < \alpha < 60^\circ$             | $\alpha \geq 60^\circ$    |
|------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| $\mu_1(\alpha)$              | $\mu_1(0^\circ) \geq 0.8$           | $\mu_1(0^\circ) \geq 0.8$                  | $\mu_1(0^\circ) \geq 0.8$ |
| $\mu_2(\alpha)$              | 0.8                                 | $0.8 \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$ | 0                         |

Pourtant, en activant la présence des barres à neige sur la paroi, une telle réduction n'est plus permise. Par conséquent, une valeur de  $\mu = 0,8$  doit être prise en compte, comme indiqué dans le §5.3.2 (2) (toit monopente) et §5.3.3 (2) (pentes multiples) de l'EN 1993-1-3.

(2) Les valeurs données dans le Tableau 5.2 s'appliquent lorsque la neige n'est pas empêchée de glisser de la toiture. Toutefois lorsqu'il y a des barres à neige ou d'autres obstacles au déplacement de la neige ou encore lorsqu'il y a un acrotère en rive basse de la toiture, il convient de ne pas prendre pour le coefficient de forme  $\mu_1$  de valeur inférieure à 0,8.

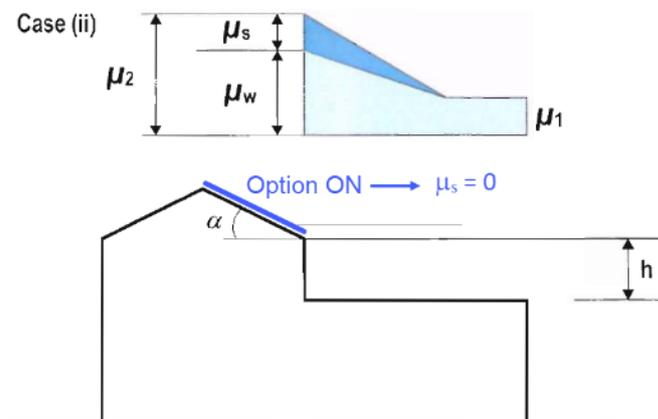
Dans Advance Design, dans le cas présent, la valeur de 0,8 est prise pour tous les angles de pentes (de 0 à 80 degrés).

Dans l'exemple ci-dessous, avec l'option désactivée, la construction la plus haute, avec son toit à forte pente, obtient un effort de neige plus faible (0,18 kN/m<sup>2</sup>) en raison de la réduction de son coefficient de forme. En activant la nouvelle option **Présence de barres à neige** dans les propriétés de la paroi, cette réduction n'a plus lieu d'être. L'effort de neige sur la construction plus haute est maintenant de 0,36 kN/m<sup>2</sup>, la même que sur la toiture plane adjacente.



Barres à neiges désactivées (gauche) et activée (droite)

En ce qui concerne la position de la charge, il faut savoir que l'activation de cette nouvelle option sur une construction plus haute annulera automatiquement l'apport de  $\mu_s$  (coefficient de forme dû au glissement de la neige du toit supérieur), car la neige ne peut plus glisser du toit supérieur.



## 5. Amélioration de l'expertise métal

Un ensemble de nouveautés et d'améliorations liées à la vérification et à l'optimisation des structures en acier.

### 5.1. Sections supplémentaires pour le calcul d'éléments formés à froid

Possibilité de modéliser et de calculer une gamme de nouvelles sections formées à froid.

Avec Advance Design 2025, les capacités d'analyse des sections formées à froid ont été étendues, avec l'introduction de la possibilité de définir plusieurs nouvelles formes de sections paramétriques, ainsi que d'effectuer des vérifications pour de nouveaux types de sections conformément à l'EN 1993-1-3, ainsi qu'aux normes ACSI et CSA.

Liste des nouveaux types de profils :

- **Double C (dos à dos ou face à face)**

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **C C**

Sous-type : **Double C (dos à dos)**

Libellé : 2CB5\*15\*2/0.2-0.6\_0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Retour (cm)          | 2.00                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Jeu (cm)             | 0.60                  |
| Couleur              | 99FF33                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **C C**

Sous-type : **Double C (face à face)**

Libellé : 2CF5\*15\*2/0.2-0.6\_0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Retour (cm)          | 2.00                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Jeu (cm)             | 0.60                  |
| Couleur              | CCFF33                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

- **Double Sigma (dos à dos ou face à face)**

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **Σ Sigma**

Sous-type : **Double Sigma (dos à dos)**

Libellé : 2VB20\*6\*10\*4.5\*1.6\*2\*0.2\*0.6\_0.2

| Description              | Valeur |
|--------------------------|--------|
| Hauteur (cm)             | 20.00  |
| Largeur (cm)             | 6.00   |
| Hauteur âme intérieur... | 10.00  |
| Hauteur âme extérieur... | 4.50   |
| Décalage âme (cm)        | 1.60   |
| Retour (cm)              | 2.00   |
| Épaisseur (cm)           | 0.20   |
| Rayon intérieur (cm)     | 0.20   |
| Jeu (cm)                 | 0.60   |

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **Σ Sigma**

Sous-type : **Double Sigma (face à face)**

Libellé : 2VF20\*6\*10\*4.5\*1.6\*2\*0.2\*0.6\_0.2

| Description              | Valeur |
|--------------------------|--------|
| Hauteur (cm)             | 20.00  |
| Largeur (cm)             | 6.00   |
| Hauteur âme intérieur... | 10.00  |
| Hauteur âme extérieur... | 4.50   |
| Décalage âme (cm)        | 1.60   |
| Retour (cm)              | 2.00   |
| Épaisseur (cm)           | 0.20   |
| Rayon intérieur (cm)     | 0.20   |
| Jeu (cm)                 | 0.60   |

- **Double C à double pliure (dos à dos ou face à face)**

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **C (double pliure)**

Sous-type : **C (double pliure) (dos à dos)**

Libellé : 2REB5\*15\*2\*0.2\*1.5\*0.6\*0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Retour (cm)          | 2.00                  |
| Retour coude (cm)    | 1.50                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Jeu (cm)             | 0.60                  |
| Couleur              | 9966FF                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **C (double pliure)**

Sous-type : **C (double pliure) (face à face)**

Libellé : 2REF5\*15\*2\*0.2\*1.5\*0.6\*0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Retour (cm)          | 2.00                  |
| Retour coude (cm)    | 1.50                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Jeu (cm)             | 0.60                  |
| Couleur              | 3366CC                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

- **C à double pliure**

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

Type : **C (double pliure)**

Sous-type : **C (double pliure)**

Libellé : RE5\*15\*2\*0.2\*1.5\*0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Retour (cm)          | 2.00                  |
| Retour coude (cm)    | 1.50                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Couleur              | 0000FF                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

- **C incliné**

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Paramétrée

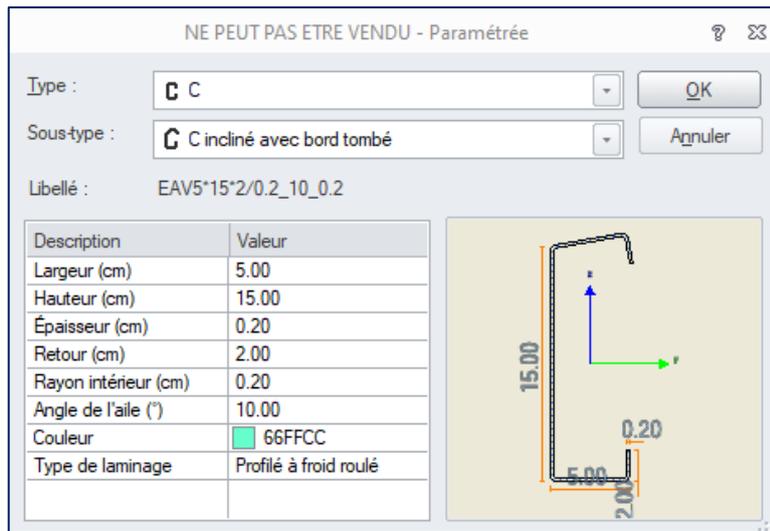
Type : **C C**

Sous-type : **C incliné**

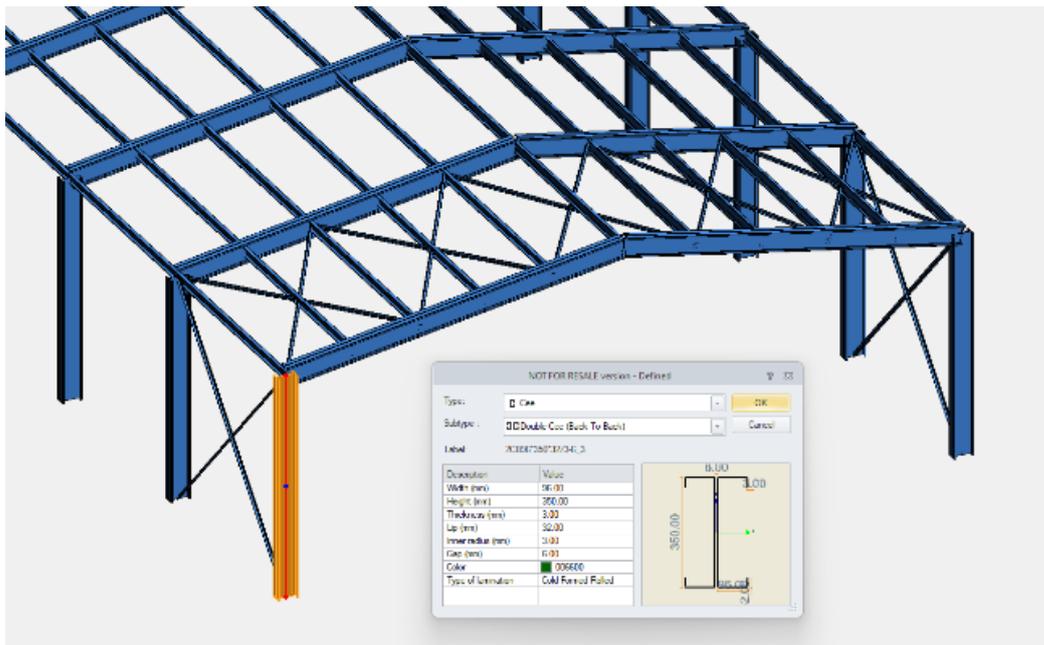
Libellé : EAV15\*5\*0.2\_10 0.2

| Description          | Valeur                |
|----------------------|-----------------------|
| Hauteur (cm)         | 15.00                 |
| Largeur (cm)         | 5.00                  |
| Épaisseur (cm)       | 0.20                  |
| Rayon intérieur (cm) | 0.20                  |
| Angle de l'aile (°)  | 10.00                 |
| Couleur              | 3399FF                |
| Type de laminage     | Profilé à froid roulé |

- **C incliné avec bord tombé**



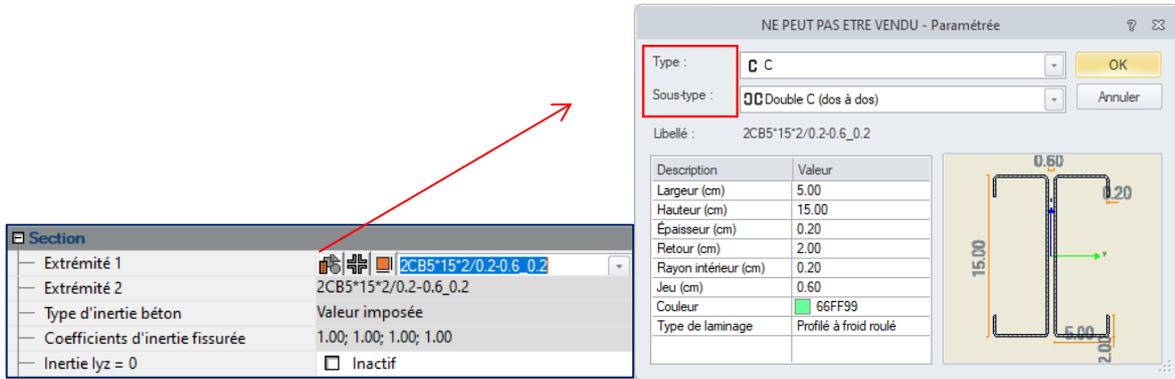
Les nouvelles sections intégrées à Advance Design 2025 sont couramment utilisées comme éléments structurels primaires (poteaux, traverses...) et, par conséquent, elles sont fortement demandées par nos utilisateurs.



Exemple - Section double C - définition et vérification suivant l'Eurocode

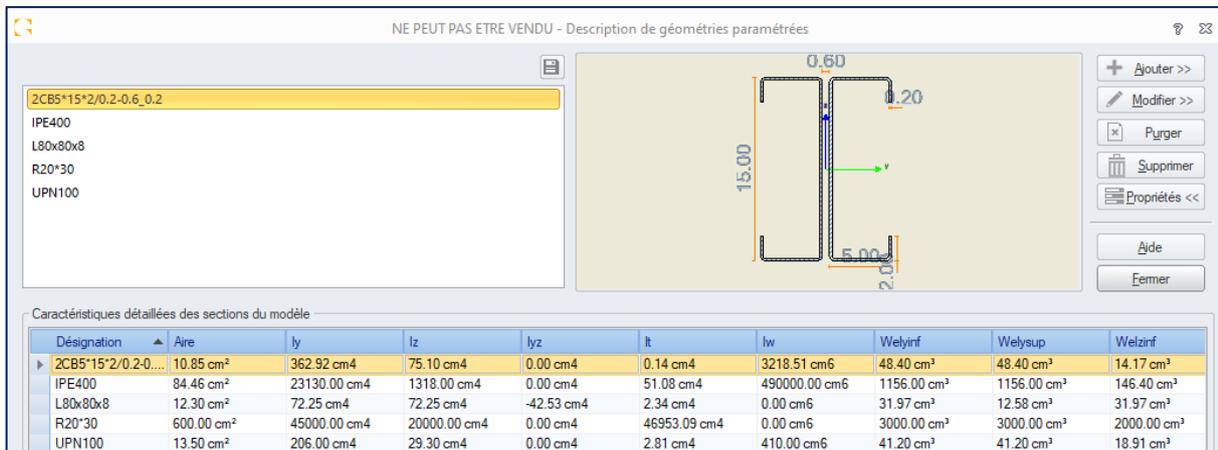
• Définition des nouvelles sections

Ces nouvelles sections peuvent être définies dans un modèle en définissant une section paramétrique et en choisissant le type et le sous-type appropriés :



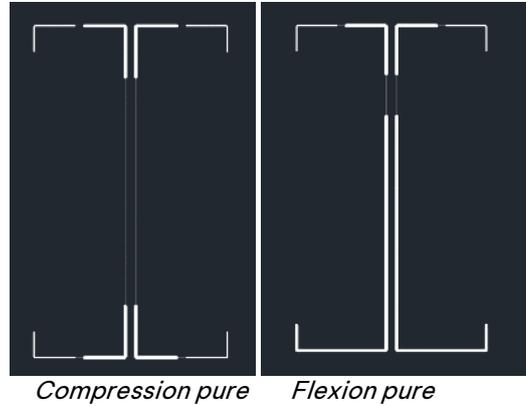
• Propriétés de la section

Une fois qu'une section est insérée dans le modèle, ses caractéristiques sont automatiquement calculées.



- **Propriétés efficaces**

La section efficace est déterminée conformément aux normes EN 1993-1-5 et EN 1993-1-3. Dans la section ci-dessous, on peut voir les effets du flambement local (entraînant des largeurs inefficaces dans les âmes, les ailes et les retours) et du flambement par torsion (entraînant une épaisseur réduite pour le raidisseur d'extrémité) :



- **Résistance des sections**

Comme ces sections restent symétriques en compression pure, il n'est pas nécessaire de prendre en compte le déplacement du centroïde :

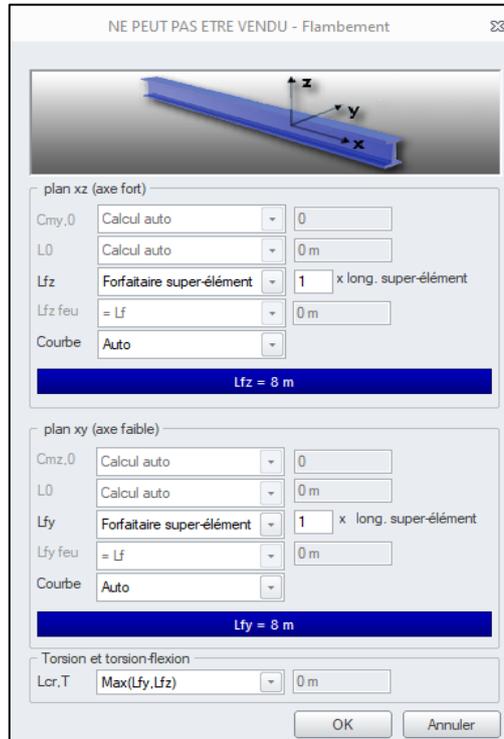


Par conséquent, les moments  $\Delta_{My,Ed}$  et  $\Delta_{Mz,Ed}$  seront généralement nuls.

|   |  |
|---|--|
| Compression et flexion combinées<br>(6.1.9) | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 49.4 4/4<br>Section : Classe 4<br>$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta_{My,Ed}}{M_{y,Rd,com}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta_{Mz,Ed}}{M_{z,Rd,com}} < 1 \quad (6.25) : \frac{-3.8 \text{ kN}}{221.4 \text{ kN}} + \frac{-0.60 \text{ kN}^2\text{m} + 0.00 \text{ kN}^2\text{m}}{13.50 \text{ kN}^2\text{m}} + \frac{0.00 \text{ kN}^2\text{m} + -0.01 \text{ kN}^2\text{m}}{2.06 \text{ kN}^2\text{m}} < 1 \quad (6 \%)$ |
|---|--|

• Résistance au flambement

Les effets du flambement (dans les deux plans), de la torsion et de la torsion-flexion seront pris en compte en calculant les efforts critiques correspondants ( $N_{cr,y}$ ,  $N_{cr,z}$ ,  $N_{cr,T}$  et  $N_{cr,TF}$ ).



Une fois que l'effort critique limite a été identifié, l'élancement relatif et le coefficient de flambement sont calculés :

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_y}{\min(N_{cr,y}, N_{cr,z}, N_{cr,T}, N_{cr,TF})}}$$

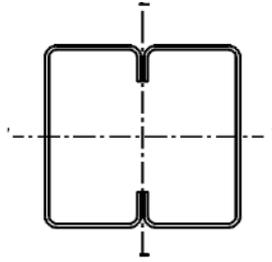
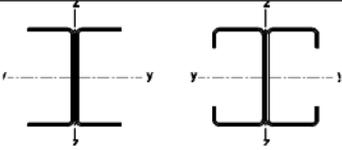
$$\phi = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <p>Flambement<br/>(6.2.2)</p> | <p>Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 49.1 0/4<br/>                 Section: Classe 4<br/> <math>N_{Ed} &lt; N_{b,Rd}</math>: 3.8 kN &lt; 7.4 kN<br/> <math>L_x = 8.00</math> m, <math>N_{cr,x} = 132.8</math> kN, <math>\alpha_y = 0.76</math>, <math>\lambda_{bar,y} = 1.29</math>, <math>\phi_y = 1.75</math><br/> <math>L_y = 8.00</math> m, <math>N_{cr,z} = 8.5</math> kN, <math>\alpha_z = 0.76</math>, <math>\lambda_{bar,z} = 5.12</math>, <math>\phi_z = 15.45</math><br/> <math>L_{cr,TF} = 8.00</math> m, <math>N_{cr,TF} = 24.1</math> kN, <math>L_{cr,T} = 8.00</math> m, <math>N_{cr,T} = 24.7</math> kN<br/> <math>\chi = \min(\chi_y, \chi_z, \chi_T, \chi_{TF}) = \min(0.34, 0.03, 0.09, 0.09)</math></p> <p><math>N_{Ed} &lt; \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M1}}</math> (6.48 EN1993-1-1)<br/> <math>3.8</math> kN &lt; <math>\frac{0.03 \cdot 6.33 \text{ cm}^2 \cdot 350.00 \text{ MPa}}{1.00}</math> (52 %)</p> |
|-------------------------------|--|

La valeur de  $\alpha$  utilisée pour déterminer la valeur de  $\phi$  dépendra des courbes de flambement définies dans le tableau 6.3 de la norme EN 1993-1-3.

Table 6.3: Appropriate buckling curve for various types of cross-section

| Type of cross-section   | Buckling about axis               | Buckling curve  |
|---|-----------------------------------|---|
|  | if $f_{yb}$ is used               | Any <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">b</span> |
|   | if $f_{ya}$ is used <sup>*)</sup> | Any   |
|  | y - y                             | a   |
|   | z - z                             | <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">b</span>     |

Comme pour le déversement, le moment critique ( $M_{cr}$ ) peut être déterminé conformément à l'annexe I de l'EN 1999-1-1.

$$M_{cr} = \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{k_z^2 \cdot L^2} \cdot \left( \sqrt{\left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{k_z^2 \cdot L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right)$$

Ensuite, pour la détermination de  $\chi_{LT}$ , Advance Design utilisera la courbe b ( $\alpha_{LT} = 0,34$ ) conformément au chapitre §6.2.4 de la norme EN 1993-1-3.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <p>Déversement<br/>(6.2.4)</p> | <p>Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 7.1 0/4<br/>Section : Classe 4</p> <p><math>M_{y,Ed} &lt; M_{by,Rd}; 63.86 \text{ kN}^*\text{m} &lt; 74.85 \text{ kN}^*\text{m}</math></p> <p><math> M_{y,Ed} + \Delta M_{Ed}  &lt; \frac{\chi_{LT} \cdot W_{eff,y} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M1}}</math></p> <p><math> 63.86 \text{ kN}^*\text{m} + 0.00 \text{ kN}^*\text{m}  &lt; \frac{0.69 \cdot 310.39 \text{ cm}^3 \cdot 350.00 \text{ MPa}}{1.00}</math></p> <p><math>k_x = 1.00, k_w = 1.00, k_{ed} = 3.50, \psi_{eff} = 0.00,</math><br/><math>C1 = 2.29, C2 = 0.46, C3 = 1.00,</math><br/><math>L_{ds} = 6.09 \text{ m}, L_{dj} = 6.09 \text{ m}, L_{cr} = 6.09 \text{ m},</math><br/><math>z_g = 0.00 \text{ cm}, z_j = 0.00 \text{ cm}, M_{cr} = 148.07 \text{ kN}^*\text{m}, \lambda_{bar,LT} = 0.86, \phi_{LT} = 0.98, \chi_{LT} = 0.69</math><br/><math>M_{cr}</math> a été calculé analytiquement. (85%)</p> |
|--------------------------------|---|

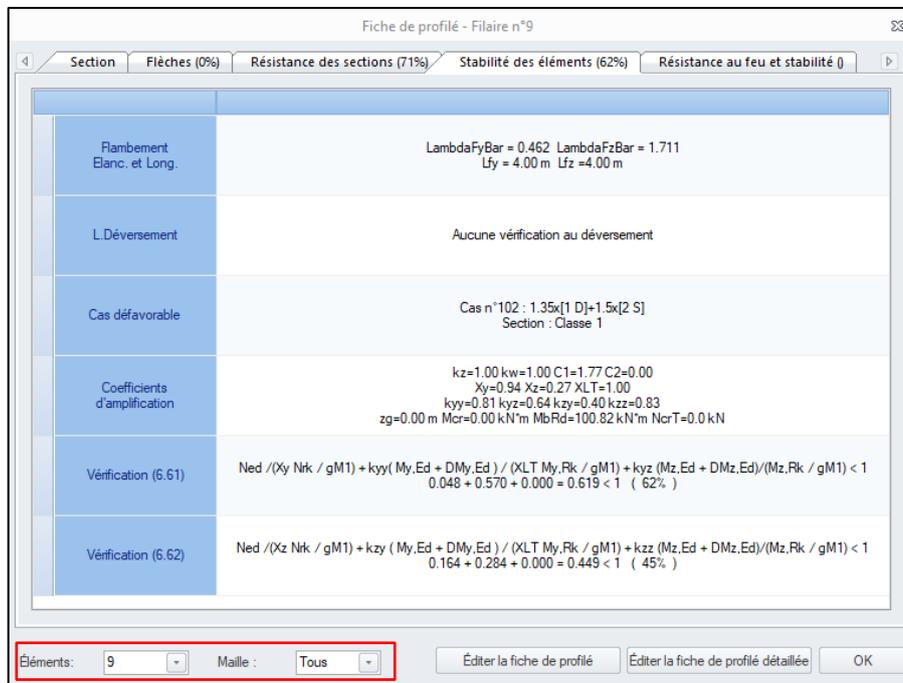
La résistance au flambement est ensuite vérifiée conformément à l'équation (6.36) de la norme EN 1993-1-3 :

|  |   |
|--|---|
| <p>Flexion et compression axiale<br/>(6.2.5)</p> | <p>Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 7.1 0/4<br/>Section : Classe 4</p> <p><math>\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1 + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} &lt; 1</math></p> <p><math>\frac{-27.4 \text{ kN}}{282.3 \text{ kN}} \leq 1 + \frac{63.86 \text{ kN}^*\text{m}}{74.85 \text{ kN}^*\text{m}} \leq 1 + \frac{0.00 \text{ kN}^*\text{m}}{21.20 \text{ kN}^*\text{m}} &gt; 1</math></p> <p>Les effets favorables de l'excentricité sont ignorés.<br/>(104%)</p> |
|--|---|

## 5.2. Résultats de la fiche profilée sur une maille sélectionnée

### Résultats détaillés du calcul métal sur une partie spécifique d'un élément filaire.

La fiche de profilé pour les éléments métalliques offre désormais deux nouvelles commandes permettant de modifier facilement l'élément considéré, ainsi que la position le long de l'élément.



Le champ **Élément** affiche le nombre d'éléments filaires présents dans la sélection lors de l'ouverture de la Fiche de profilé. Si la sélection ne comporte qu'un élément, un seul numéro est disponible dans la liste des éléments. Si la sélection comporte plusieurs éléments, le fait d'en sélectionner un dans cette liste permet d'afficher le contenu de la fenêtre de l'élément sélectionné.

Le champ **Maille** affiche une liste d'éléments finis pour l'élément actuel. La sélection d'un élément fini particulier permet de visualiser les résultats pour cette position. En outre, il existe une entrée *Tous* (sélection par défaut), qui vous permet d'afficher les résultats critiques pour l'ensemble de l'élément. Il s'agit du même fonctionnement que lors de l'ouverture de cette fenêtre dans les versions antérieures d'Advance Design.

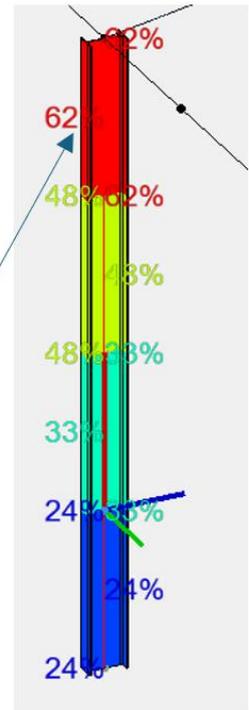
Dans l'exemple ci-dessous, avec **Maille = Tous**, la fiche de profilé renvoie les résultats du calcul métal pour l'emplacement critique (haut du poteau).

Fiche de profilé - Filaire n°9

Section | Flèches (0%) | Résistance des sections (71%) | Stabilité des éléments (62%) | Résistance au feu et stabilité (0)

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Flambement Elanc. et Long.   | $\Lambda_{Fy} = 0.462$ $\Lambda_{Fz} = 1.711$<br>$L_fy = 4.00$ m $L_fz = 4.00$ m   |
| L. Déversement               | Aucune vérification au déversement   |
| Cas défavorable              | Cas n°102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S]<br>Section : Classe 1   |
| Coefficients d'amplification | $kz=1.00$ $kz=1.00$ $C1=1.77$ $C2=0.00$<br>$Xy=0.94$ $Xz=0.27$ $XLT=1.00$<br>$kyy=0.81$ $kyy=0.64$ $kzy=0.40$ $kzz=0.83$<br>$zg=0.00$ m $Mcr=0.00$ kN*m $MbRd=100.82$ kN*m $NcrT=0.0$ kN |
| Vérification (6.61)          | $Ned / (Xy Nrk / gM1) + kyy (My,Ed + DMy,Ed) / (XLT My,Rk / gM1) + kzz (Mz,Ed + DMz,Ed) / (Mz,Rk / gM1) < 1$<br>$0.048 + 0.570 + 0.000 = 0.619 < 1$ ( 62% )                              |
| Vérification (6.62)          | $Ned / (Xz Nrk / gM1) + kzy (My,Ed + DMy,Ed) / (XLT My,Rk / gM1) + kzz (Mz,Ed + DMz,Ed) / (Mz,Rk / gM1) < 1$<br>$0.164 + 0.284 + 0.000 = 0.449 < 1$ ( 45% )                              |

Éléments: 9 | Maille: Tous | Éditer la fiche de profilé | Éditer la fiche de profilé détaillée | OK



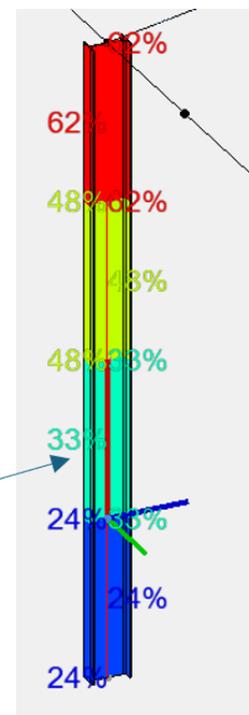
Ensuite, en sélectionnant une autre maille dans la liste déroulante, la fiche profilée sera instantanément mise à jour et affichera les résultats à ce nouvel emplacement (bas du poteau).

Fiche de profilé - Filaire n°9

Section | Flèches (0%) | Résistance des sections (35%) | Stabilité des éléments (33%) | Résistance au feu et stabilité (0)

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Flambement Elanc. et Long.   | $\Lambda_{Fy} = 0.462$ $\Lambda_{Fz} = 1.711$<br>$L_fy = 4.00$ m $L_fz = 4.00$ m   |
| L. Déversement               | Aucune vérification au déversement   |
| Cas défavorable              | Cas n°102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S]<br>Section : Classe 1   |
| Coefficients d'amplification | $kz=1.00$ $kz=1.00$ $C1=1.77$ $C2=0.00$<br>$Xy=0.94$ $Xz=0.27$ $XLT=1.00$<br>$kyy=0.81$ $kyy=0.64$ $kzy=0.40$ $kzz=0.83$<br>$zg=0.00$ m $Mcr=0.00$ kN*m $MbRd=100.82$ kN*m $NcrT=0.0$ kN |
| Vérification (6.61)          | $Ned / (Xy Nrk / gM1) + kyy (My,Ed + DMy,Ed) / (XLT My,Rk / gM1) + kzz (Mz,Ed + DMz,Ed) / (Mz,Rk / gM1) < 1$<br>$0.049 + 0.285 + 0.000 = 0.335 < 1$ ( 33% )                              |
| Vérification (6.62)          | $Ned / (Xz Nrk / gM1) + kzy (My,Ed + DMy,Ed) / (XLT My,Rk / gM1) + kzz (Mz,Ed + DMz,Ed) / (Mz,Rk / gM1) < 1$<br>$0.167 + 0.142 + 0.000 = 0.309 < 1$ ( 31% )                              |

Éléments: 9 | Maille: 9.2 | Éditer la fiche de profilé | Éditer la fiche de profilé détaillée | OK



Ce paramètre est également pris en compte pour la fiche de profilé détaillée. En effet, si une maille spécifique a été sélectionnée par l'utilisateur (par exemple la maille 24.1), toutes les vérifications seront renvoyées à cette position :

| 2) Résistance des sections                        |   |
|---|---|
| Traction Compression<br>(6.2.4)                   | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 0/4<br>Section : Classe 1<br>$F_x < N_c.Rd : 49.8 < 1075.8 \text{ kN} (5 \%)$  |
| Tranchant suivant Y<br>(6.2.6)                    | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$\frac{h_w}{l_w} < 72 \frac{\epsilon}{\eta} (6.22) : 30.71 < 55.46$<br>$F_v.Ed < V_y.pl.Rd : 0.0 < 394.3 \text{ kN} (0 \%)$   |
| Tranchant suivant Z<br>(6.2.6)                    | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$\frac{h_w}{l_w} < 72 \frac{\epsilon}{\eta} (6.22) : 30.71 < 55.46$<br>$F_z.Ed < V_z.pl.Rd : 17.8 < 303.9 \text{ kN} (6 \%)$  |
| Flexion sur Y-Y<br>(6.2.5)                        | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$M_y.Ed < M_y.c.Rd : 35.68 < 100.82 \text{ kN}^2\text{m} (35 \%)$   |
| Flexion sur Z-Z<br>(6.2.5)                        | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 0/4<br>Section : Classe 1<br>$M_z.Ed < M_z.c.Rd : 0.01 < 20.33 \text{ kN}^2\text{m} (0 \%)$  |
| Flexion Y-Y et effort normal<br>(6.2.9)           | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl.Ed} (6.33) : 49.4 \text{ kN} < 268.9 \text{ kN}$<br>$N_{Ed} < \frac{0.5 \cdot h_w \cdot l_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.34) : 49.4 \text{ kN} < 204.6 \text{ kN}$<br>Clause 6.33 & 6.34 satisfaite. Vérification non menée.<br>$0.00000 < 1 (0 \%)$ |
| Flexion Z-Z et effort normal<br>(6.2.9)           | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$N_{Ed} < \frac{h_w \cdot l_w \cdot f_y}{\gamma_{MO}} (6.35) : 49.4 \text{ kN} < 409.2 \text{ kN}$<br>Clause 6.35 satisfaite. Vérification non menée.<br>$0.00000 < 1 (0 \%)$   |
| Flexion sur Y-Y et tranchant suivant Z<br>(6.2.8) | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$V_z.Ed < \frac{V_z.pl.Rd}{2} (6.2.8(2)) : 17.8 \text{ kN} < 151.9 \text{ kN}$<br>Clause 6.2.8(2) satisfaite. Vérification non menée.<br>$0.00000 < 1 (0 \%)$   |
| Flexion sur Z-Z et tranchant suivant Y<br>(6.2.8) | Cas n° 102 : 1.35x[1 D]+1.5x[2 S], Maille n° 9.2 4/4<br>Section : Classe 1<br>$V_y.Ed < \frac{V_y.pl.Rd}{2} (6.2.8(2)) : 0.0 \text{ kN} < 197.1 \text{ kN}$<br>Clause 6.2.8(2) satisfaite. Vérification non menée.<br>$0.00000 < 1 (0 \%)$  |

## 6. Amélioration de l'analyse des structures en bois

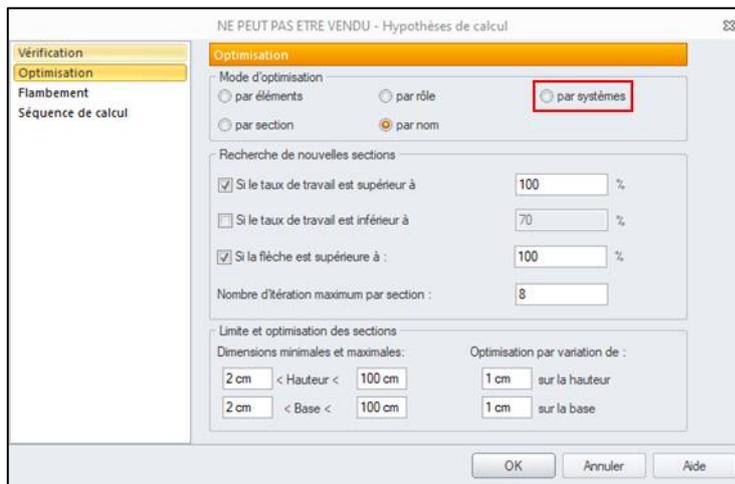
Un ensemble de nouveautés et d'améliorations liées à la vérification et à l'optimisation des structures en bois.

### 6.1. Optimisation des éléments bois par système (Eurocode)

#### Possibilité pour les éléments en bois de réaliser l'optimisation par système.

L'expert bois effectue une optimisation des éléments, en fonction des paramètres définis dans la boîte de dialogue des paramètres de calculs. L'expert en bois compare le taux de travail des éléments avec le critère spécifié et propose d'autres sections correspondant aux conditions définies.

La méthode la plus simple pour proposer de meilleurs profilés est d'analyser chaque section de manière indépendante. Toutefois, il est beaucoup plus pratique de regrouper les profilés en fonction de certains critères. Jusqu'à présent, le regroupement des profilés bois pour l'optimisation pouvait se faire par section, par nom et par rôle. À partir d'Advance Design 2025, il est également possible de regrouper automatiquement les profilés bois par système, afin que les sections proposées puissent être appliquées à tous les éléments de ce système.



Le tableau d'optimisation des éléments peut désormais être présenté par système afin de faciliter le contrôle de la structure.

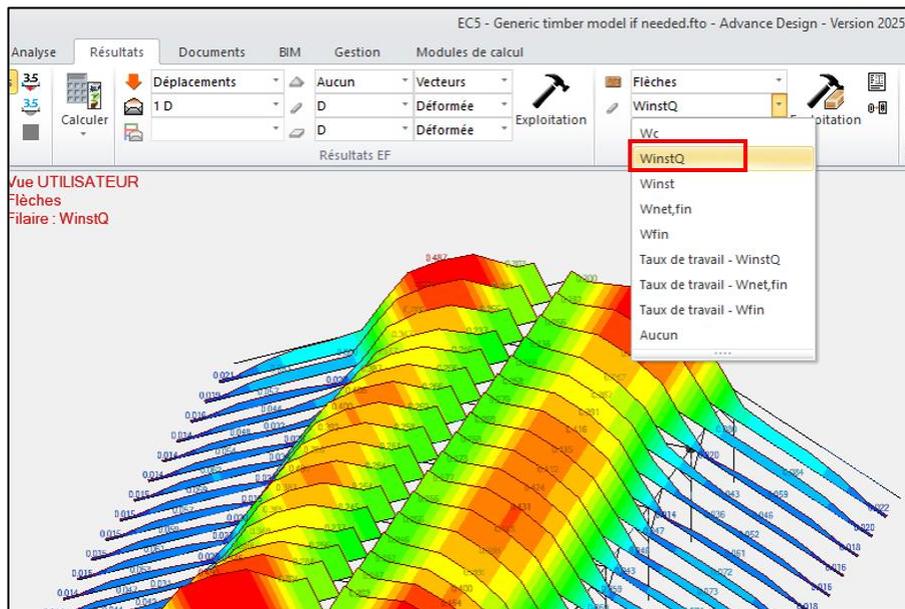
| Système    | Sections | Élément | Stabilité | Flèche | Solution proposée | Stabilité | Flèche | Solution retenue |
|------------|----------|---------|-----------|--------|-------------------|-----------|--------|------------------|
| 1 - Rafter | R5*20    | 101     | 77.5 %    | 21.5 % | R5*20             | 77.5 %    | 21.5 % |                  |
|            | R2*7     | 109     | 9.7 %     | N/A    | R2*7              | 9.7 %     | N/A    |                  |
|            | R8*11    | 159     | 94.2 %    | N/A    | R8*11             | 94.2 %    | N/A    |                  |

## 6.2. Nouvelles entrées pour les vérifications graphiques de la flèche (Eurocode)

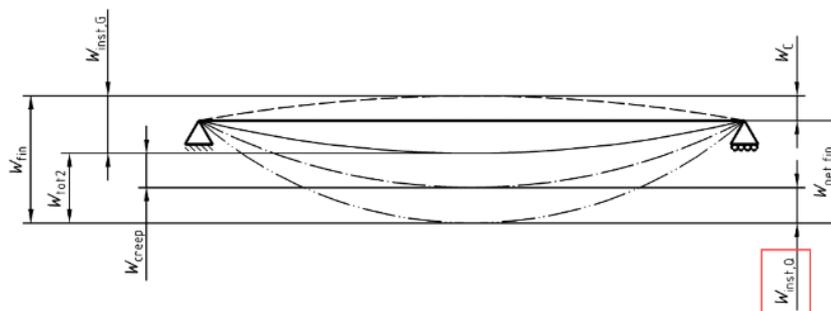
Nouveaux résultats graphiques disponibles pour l'affichage des flèches.

La liste des résultats disponibles pour la représentation graphique de la flèche des éléments bois, lorsqu'il s'agit de résultats concernant l'analyse Eurocode, a été complétée par de nouvelles entrées, ce qui permet de vérifier plus rapidement et plus facilement un résultat donné.

Le premier nouvel élément disponible dans la liste déroulante pour la visualisation est la flèche Winst,Q.

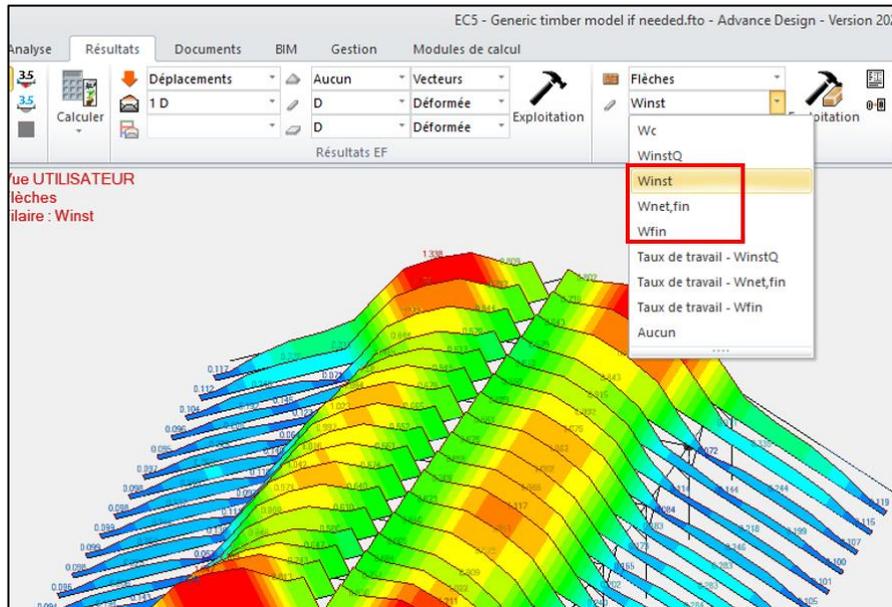


Cette entrée correspond à la flèche instantanée sous charges variables.



Dans les versions précédentes, la flèche Winst,Q était vérifiée mais les résultats n'étaient disponibles que dans la fiche de profilé.

Les nouvelles entrées suivantes dans la même liste sont les valeurs du taux de travail (en %) pour les différents types de flèche.



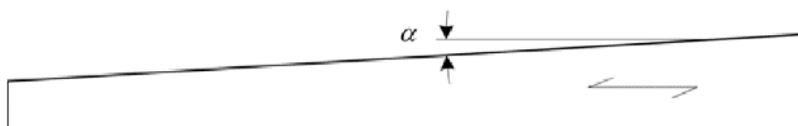
### 6.3. Poutre à simple décroissance (Eurocode)

Capacité à calculer les poutres à simple décroissance conformément à la norme EN 1995-1-1.

Advance Design 2025 est désormais capable de calculer des poutres à simple décroissance définies dans le chapitre §6.4.2 de l'EN 1995-1-1.

- **Définition**

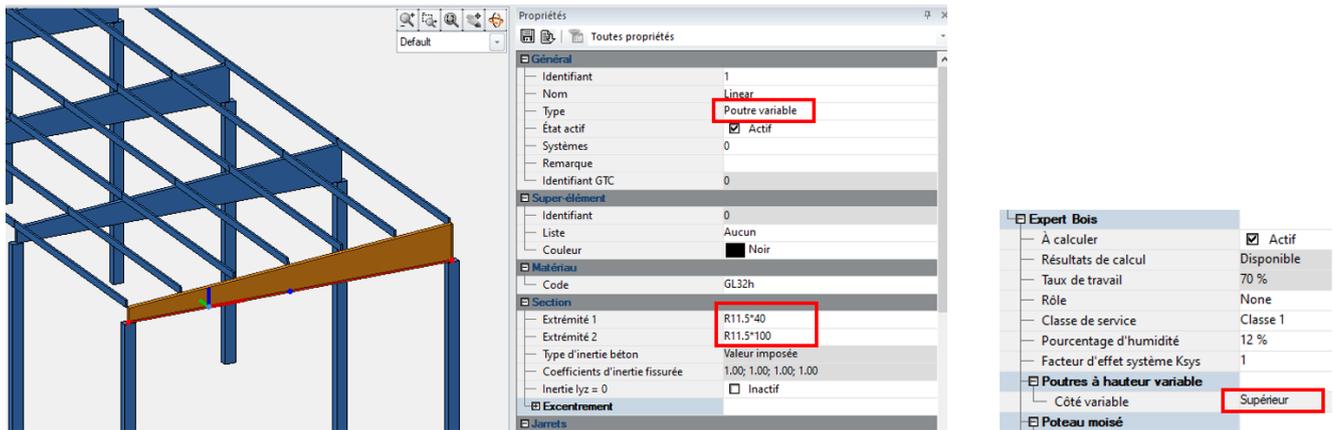
Les poutres à simple décroissance sont de section rectangulaire avec une pente droite d'une extrémité à l'autre.



L'angle de la pente ( $\alpha$ ) est généralement inférieur à  $10^\circ$ , bien qu'aucune limite ne soit définie dans l'Eurocode 5. Les poutres à simple décroissance, généralement en bois lamellé-collé, sont une pratique courante dans la construction de toitures.

- **Modélisation**

Ces poutres peuvent être intégrées dans le modèle en définissant une poutre variable, avec une hauteur différente à chaque extrémité. Ensuite, dans les hypothèses de calcul bois, les utilisateurs définiront le côté en pente soit sur la face supérieure, soit sur la face inférieure.



• Dimensionnement

Lors de la vérification de la contrainte de flexion sur le bord incliné, la résistance à la flexion doit être réduite d'un coefficient  $k_{m,\alpha}$ . Ainsi, au niveau de la fibre la plus extérieure du bord incliné, la contrainte doit satisfaire l'expression suivante :

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} f_{m,d} \tag{6.38}$$

Ce coefficient est calculé selon l'équation 6.39 (pour les contraintes de traction parallèles au bord incliné) ou 6.40 (pour les contraintes de compression parallèles au bord incliné) :

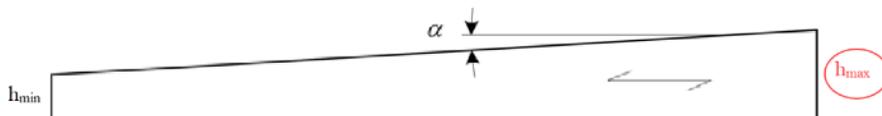
$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \tag{6.39}$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}} \tag{6.40}$$

Lorsque le bord incliné est soumis à une compression, l'effet de l'instabilité latérale est pris en compte, ce qui se traduit par  $k_{m,\alpha}$  et  $k_{crit}$  les deux agissant de concert pour réduire la résistance à la flexion.

$$\sigma_{m,y,d} \leq k_{crit} f_{m,y,d} \longrightarrow \sigma_{m,y,d} \leq k_{crit} k_{m,\alpha} f_{m,y,d}$$

Pour simplifier, une valeur conservatrice de  $k_{crit}$  est calculée en considérant une section de hauteur uniforme, où la hauteur de la section est maximale.



• Notes

La section transversale de la feuille de forme a été mise à jour pour indiquer les valeurs du coefficient  $k_{m,\alpha}$ .

| 1) Cross section                 |  |
|----------------------------------|--|
| Shape                            | R20*30 / R20*60  |
| Dimensions(cm)                   | h = 30.00 b = 20.00<br>h = 60.00 b = 20.00   |
| Cross sections(cm <sup>2</sup> ) | Area = 600.00 Sy = 400.00 Sz = 400.00<br>Area = 1200.00 Sy = 800.00 Sz = 800.00  |
| Inertia(cm <sup>4</sup> )        | It = 46953.1 ly = 45000 lz = 20000<br>It = 126435 ly = 360000 lz = 40000   |
| Modules(cm <sup>3</sup> )        | Welyinf = 3000 Welysup = 3000<br>Welzinf = 2000 Welzsup = 2000<br>Welyinf = 12000 Welysup = 12000<br>Welzinf = 4000 Welzsup = 4000 |
| Dimension factor                 | kh(N) = 1.000 khz(My) = 1.000 khy(Mz) = 1.000 kcr(V) = 0.670<br>kh(N) = 1.000 khz(My) = 1.000 khy(Mz) = 1.000 kcr(V) = 0.670       |
| Modification factor (table 3.1)  | kmod = 0.600 Permanent   |
| Deformation factor (table 3.2)   | kdef = 0.600<br>kdef = 0.600   |
| Material(MPa)                    | E = 11000 v = 0.0  |
| Grade(MPa)                       | Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fc90k = 2.5 Fvk = 4   |
| Slope Angle (6.4.2)              | $\alpha = 1.718$   |
| Strength reduction factor        | Start node: Tension: $k_{m\alpha} = 0.97$ Compression: $k_{m\alpha} = 0.99$  |

Notez que la valeur de  $k_{m,\alpha}$  n'est pas constante le long de l'élément. Elle varie en raison de l'effet de grandeur du coefficient  $k_h$  qui entre en jeu dans l'équation de  $k_{m,\alpha}$  en augmentant la résistance  $f_{m,d}$  tant que la hauteur de la section est faible.

Pour les contraintes de compression parallèles au bord incliné :

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha\right)^2}}$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,g,k}}{\gamma_M}$$

Il faut donc garder à l'esprit que les valeurs de  $k_{m,\alpha}$  figurant dans cette section de la fiche de profilé ne concernent que le début de l'élément (à x=0 m).

Les vérifications de résistance ont également été mises à jour afin d'inclure le coefficient lorsqu'il est applicable :

| 3) Cross sections strength              |  |
|---|--|
| Tension<br>Compression<br>(6.1.1/6.1.4) | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} \leq f_{10d}$ (6.1)<br>$1.00 \leq 6.69 \text{ MPa}$ (15%)   |
| Shear on y / z<br>direction (6.1.7)     | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\tau_d \leq f_{vd}$ (6.13)<br>$6.82 > 1.85 \text{ MPa}$ (369%)   |
| Single tapered<br>beams (6.4.2)         | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{m10d} = \frac{M}{W} \leq k_{m10d} f_{md}$ (6.38)<br>$48.58 = \frac{145.75 \text{ kN}\cdot\text{m}}{3000.00 \text{ cm}^3} > 0.97 \cdot 11.08$<br>$48.58 > 10.76 \text{ MPa}$ (452%)   |
| Oblique bending (6.2)                   | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} / f_{10d} + \sigma_{myd} / (k_{m10d} f_{myd}) + k_m \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.17)<br>$1.00 / 6.69 + 48.58 / (0.97 \cdot 11.08) + 0.70 \cdot 48.44 / 11.08 > 1$<br>$7.73 > 1.00$ (773%)<br>Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} / f_{10d} + k_m \sigma_{myd} / (k_{m10d} f_{myd}) + \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.18)<br>$1.00 / 6.69 + 0.70 \cdot 48.58 / (0.97 \cdot 11.08) + 48.44 / 11.08 > 1$<br>$7.68 > 1.00$ (768%) |
| Torsion (6.1.8)                         | not done (Mx = 0)  |
| Shear with Torsion                      | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$(\tau_d / f_{vd}) + (\tau_{tor d} / (k_{shape} f_{vd})) \leq 1$ (6.13 + 6.14)<br>$(6.82 / 1.85) + (0.00 / (1.22 \cdot 1.85)) > 1$  |

La présence du coefficient  $k_{m,\alpha}$  peut également être remarquée dans les vérifications de stabilité :

| 4) Elements stability  |  |
|--|--|
| Stability coefficients   | $\lambda_y = 39.817$ $\lambda_z = 86.603$<br>$L_{tz} = 5.00 \text{ m}$ $L_{ty} = 5.00 \text{ m}$<br>$L_{dl} = 10.00 \text{ m}$ $L_{ds} = 10.00 \text{ m}$ $k_y = 0.765$ $k_{cy} = 0.888$ $k_z = 1.695$ $k_{cz} = 0.393$ $k_m = 0.700$ $k_{m\alpha} = 0.993$ $k_{crit} = 1.000$<br>$\lambda_{rel,y} = 0.675$ $\lambda_{rel,z} = 1.469$ $\lambda_{rel,m} = 0.672$  |
| Compression or<br>combined<br>compression and<br>bending (6.3.2) | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.5 2/4<br>$\sigma_{c0d} / (k_{cy} f_{c0d}) + \sigma_{myd} / (k_{m10d} f_{myd}) + k_m \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.23)<br>$0.01 / (0.89 \cdot 9.69) + 17.43 / (0.99 \cdot 11.08) + 0.70 \cdot 19.35 / 11.08 > 1$<br>$2.81 > 1.00$ (281%)<br>Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.5 2/4<br>$\sigma_{c0d} / (k_{cz} f_{c0d}) + k_m \sigma_{myd} / (k_{m10d} f_{myd}) + \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.24)<br>$0.01 / (0.39 \cdot 9.69) + 0.70 \cdot 17.43 / (0.99 \cdot 11.08) + 19.35 / 11.08 > 1$<br>$2.86 > 1.00$ (286%) |
| Bending or combined<br>bending and<br>compression (6.3.3)        | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.5 2/4<br>$(\sigma_{md} / (k_{crit} k_{m10d} f_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (k_c f_{c0d}) \leq 1$ (6.35)<br>$(17.43 / (1.00 \cdot 0.99 \cdot 11.08))^2 + 0.01 / (0.39 \cdot 9.69) > 1$<br>$2.51 > 1.00$ (251%)  |
| Axial Load-carrying<br>capacity<br>(C.3.2)                       | not done (-)   |
| Shear Force on<br>connectors<br>(C.3.3)                          | not done (-)   |

6.4. Critère de flèche pour les éléments fragiles (France)

Analyse approfondie des planchers et plafonds en bois à l'ELS selon l'annexe nationale française de l'EN 1995-1-1.

Advance Design 2025 permet désormais à l'utilisateur de vérifier la flèche induite par les finitions de plancher, en calculant la flèche  $W_{tot,2}$  et en la comparant à la valeur limite imposée par les utilisateurs.

- $W_{tot,2}$  qui est la flèche subie par les éléments de second oeuvre (éléments fragiles) avec  $W_{tot,2} = W_{fin} - W_{inst,G}$ .  $G_2$  ou  $G_2$  est la charge permanente des éléments de second oeuvre et de tous les matériaux mis en oeuvre après ces éléments.

• Théorie

La flèche  $W_{tot,2}$  est brièvement mentionnée dans l'annexe française des normes EN 1995-1-1 (clause 7.2 (2)). De plus amples informations sont fournies dans l'annexe C du DTU 31.1, partie 1-1.

NF DTU 31.1 P1-1 ( P 21-203-1-1 )

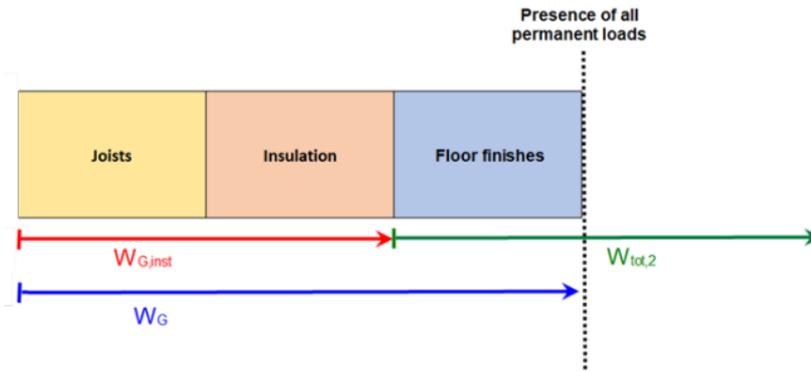
**Annexe C (informative)**  
**Flèches limites**

L'Eurocode 5 demande de vérifier les flèches suivantes, illustrées par la Figure C.1 :

- $W_{inst,Q}$  qui est la flèche instantanée due aux charges variables ;
- $W_{net,fin}$  qui est la flèche totale finale en tenant compte de la contreflèche ;
- $W_{creep}$  qui est la flèche de fluage ;
- $W_{fin}$  qui est la flèche totale finale ;
- $W_{tot,2}$  qui est la flèche subie par les éléments de second oeuvre (éléments fragiles) avec  $W_{tot,2} = W_{fin} - W_{inst,G}$ .  $G_2$  ou  $G_2$  est la charge permanente des éléments de second oeuvre et de tous les matériaux mis en oeuvre après ces éléments.

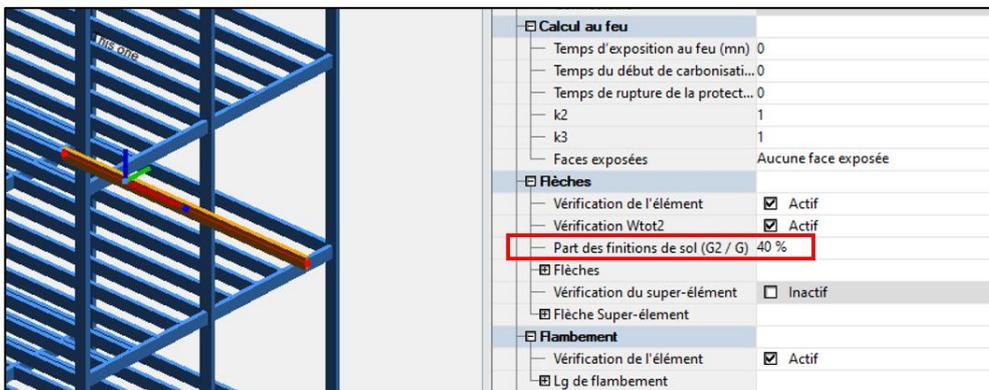
Figure C.1 Composantes de la flèche

$W_{tot,2}$  est la flèche qui se produit une fois les finitions du plancher mises en place. La déformation mesurée avant l'introduction des finitions de sol (notée  $W_{G,inst}$  ci-dessous) doit être exclue.

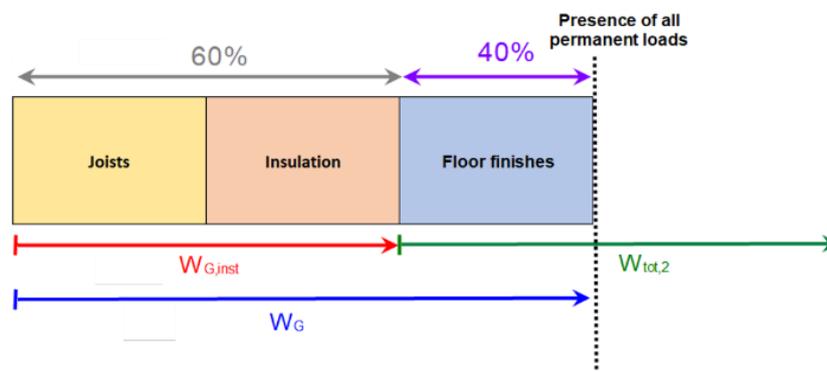


• Définition

Dans Advance Design, les calculateurs doivent définir la part de la charge G2 (finitions de plancher) par rapport à l'ensemble des charges permanentes (G).



La valeur par défaut (40 %) signifie que seulement 40 % de la flèche mesurée sur l'élément pour le cas de charge G (toutes les charges permanentes agissantes) ont un impact sur les finitions du plancher.



Dans ce cas, pour estimer la flèche  $W_{tot,2}$  induite par les finitions de sol sur un sol donné, Advance Design va :

- Calculer la flèche finale à l'ELS ( $W_{fin}$ )
- Soustraire la flèche instantanée des charges permanentes qui n'ont pas d'impact sur les finitions du plancher (60 % de  $W_G$ ).

$$W_{tot,2} = W_{fin} - 60\% \cdot W_G$$

• **Limites**

Les valeurs limites doivent être définies dans les documents du marché, comme indiqué dans le DTU 31.1 :

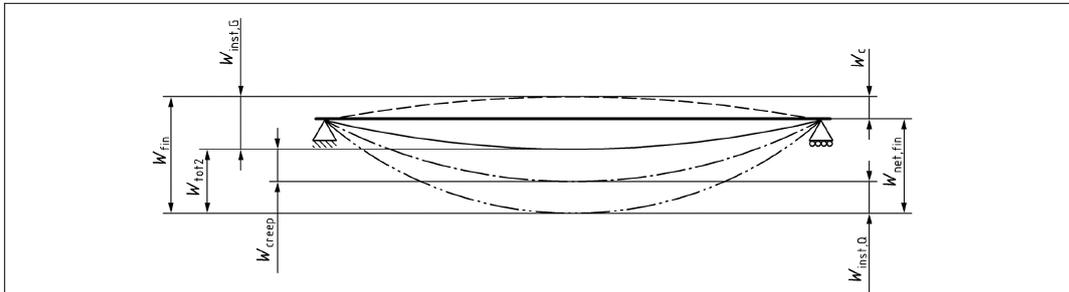


Figure C.1 Composantes de la flèche

L'Annexe nationale de l'Eurocode 5 donne les flèches limites pour  $W_{inst,Q}$ ,  $W_{net,fin}$  et  $W_{fin}$  au Tableau 7.2 de NF EN 1995-1-1/NA.

Par contre les flèches limites  $W_{tot,2}$  doivent être données par les corps d'état des éléments de second oeuvre concernés ou par les documents du marché.

A défaut les valeurs du Tableau C.1 de  $W_{tot,2}$  peuvent être utilisées.

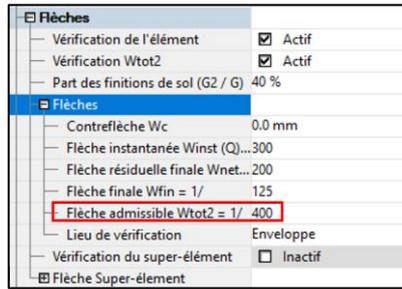
Dans le cas contraire, des valeurs limites usuelles peuvent être trouvées dans le DTU31.1. Les limites dépendent :

- Du type d'élément (travée classique ou console)
- De la nature des éléments fragiles (carrelage, plaques de plâtre...)

|                                   |  | Poutres de portée entre appuis L |               |           |                        | Consoles et porte-à-faux    |                             |                            |                             |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|---------------|-----------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                   |  | Rappel de l'Eurocode 5           |               |           | Utiliser en complément | Rappel de l'Eurocode 5      |                             |                            | Utiliser en complément      |
|                                   |  | $W_{inst,Q}$                     | $W_{net,fin}$ | $W_{fin}$ | $W_{tot,2}$            | $W_{inst,Q}$                | $W_{net,fin}$               | $W_{fin}$                  | $W_{tot,2}$                 |
| Bâtiments agricoles et similaires | Chevrans ne supportant pas de matériaux fragiles                                 | -                                | L/150         | L/100     | -                      | -                           | Maximum entre 5 mm et L/75  | Maximum entre 5 mm et L/50 | -                           |
|                                   | Eléments structuraux ne supportant pas de matériaux fragiles                     | L/200                            | L/150         | L/100     | -                      | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/75  | Maximum entre 5 mm et L/50 | -                           |
| Bâtiments courants                | Chevrans ne supportant pas de matériaux fragiles                                 | -                                | L/150         | L/125     | -                      | -                           | Maximum entre 5 mm et L/75  | Maximum entre 5 mm et L/63 | -                           |
|                                   | Eléments structuraux ne supportant pas de matériaux fragiles                     | L/300                            | L/200         | L/125     | -                      | Maximum entre 5 mm et L/150 | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/63 | -                           |
|                                   | Eléments structuraux supportant des plafonds en plaques de plâtre ou similaire   | L/300                            | L/200         | L/125     | L/350                  | Maximum entre 5 mm et L/150 | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/63 | Maximum entre 5 mm et L/175 |
|                                   | Eléments structuraux supportant des plafonds en plâtre projeté sur briquelette   | L/300                            | L/200         | L/125     | L/400                  | Maximum entre 5 mm et L/150 | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/63 | Maximum entre 5 mm et L/200 |
|                                   | Eléments structuraux supportant du carrelage sur chape                           | L/300                            | L/200         | L/125     | L/400                  | Maximum entre 5 mm et L/150 | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/63 | Maximum entre 5 mm et L/200 |
|                                   | Eléments structuraux supportant une chape humide sans couche de désolidarisation | L/300                            | L/200         | L/125     | L/500                  | Maximum entre 5 mm et L/150 | Maximum entre 5 mm et L/100 | Maximum entre 5 mm et L/63 | Maximum entre 5 mm et L/250 |

Tableau C.1 Flèches limites

Dans Advance Design, la limite par défaut de  $W_{tot2}$  est fixée à  $L/400$ .



• Résultats

La vérification de la flèche  $W_{tot2}$  est disponible dans l'onglet Flèche de la fiche de profilé.

|           | Cas défavorable                                  | Vérification                                  | Taux de travail |
|-----------|--|---|-----------------|
| W inst Q  | n°118 : +1x[2 L]                                 | L / 858.23 < L / 300.00 (0.524 cm < 1.500 cm) | 35 %            |
| W inst    | n°118 : 1x[1 SW]+1x[3 Pem]+1x[4 Floor finish...] | L / 598.59 (0.752 cm)                         | -               |
| W creep   | n°120 : 1x[1 SW]+1x[3 Pem]+1x[4 Floor finish...] | L / 1949.44 (0.231 cm)                        | -               |
| W fin     | -  | L / 457.97 < L / 125.00 (0.983 cm < 3.600 cm) | 27 %            |
| W net,fin | -  | L / 457.97 < L / 200.00 (0.983 cm < 2.250 cm) | 44 %            |
| W inst, G | n°117 : +1x[1 SW]+1x[3 Pem]+1x[4 Floor finis...] | L / 3297.79 (0.136 cm)                        | -               |
| W tot2    | -  | L / 531.83 < L / 400.00 (0.846 cm < 1.125 cm) | 75 %            |

$W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$   
 $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$   
 $W_{tot2} = W_{fin} - W_{inst,G}$

Ces résultats sont également disponibles dans la version détaillée de la fiche profilée.

| 2) Flèches |  |
|------------|--|
|            | Cas n° 118, Maille n° 125.1<br>WinstQ: L/858.23 < L/300.00 (0.524 cm < 1.500 cm) (35 %)<br>Cas n° 118, Maille n° 125.1<br>Winst: L/598.59 (0.752 cm)<br>Cas n° 120, Maille n° 125.1<br>Wcreep: L/1949.44 (0.231 cm)<br>Wfin: L/457.97 < L/125.00 (0.983 cm < 3.600 cm) (27 %)<br>$W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$<br>Wnetfin: L/457.97 < L/200.00 (0.983 cm < 2.250 cm) (44 %)<br>$W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$<br>WinstG: L/3297.79 (0.136 cm)<br>Wtot2: L/531.83 < L/400.00 (0.846 cm < 1.125 cm) (75 %)<br><span style="border: 1px solid red; padding: 2px;"><math>W_{tot2} = W_{fin} - W_{inst,G}</math></span> |

## 6.5. Amélioration de la vitesse de calcul de l'expertise bois (Eurocode)

### Amélioration des performances de l'expert bois.

Advance Design 2025 apporte une amélioration significative de la vitesse de l'expert bois grâce à de multiples optimisations des opérations intervenant lors du calcul à l'Eurocode 5.

Sur plusieurs modèles, l'expert bois est jusqu'à 70 % plus rapide que les versions antérieures.

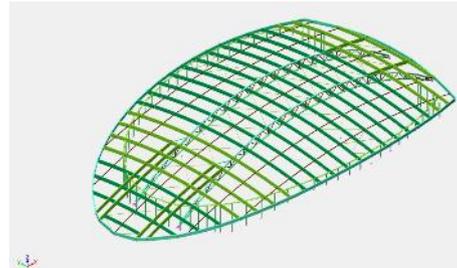
#### Exemple 1

1598 éléments filaires  
125 combinaisons

##### Temps de calcul

- Version 2024 : 2m20s
- Version 2025 : 0m45s

**68% plus rapide**



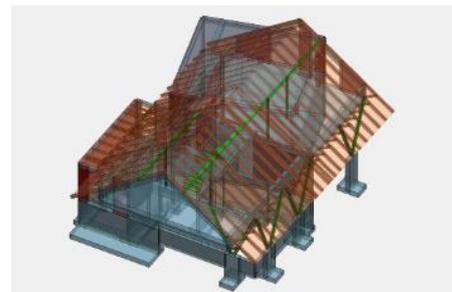
#### Exemple 2

342 éléments filaires  
9 combinaisons

##### Temps de calcul

- Version 2024 : 10D
- Version 2025 : 3D

**70% plus rapide**



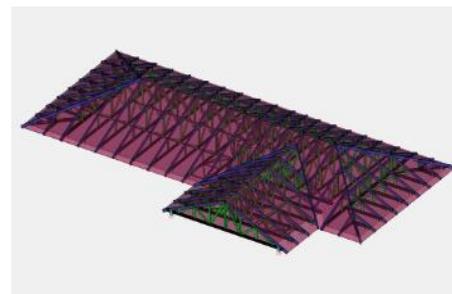
#### Exemple 3

671 éléments filaires  
213 combinaisons

##### Temps de calcul

- Version 2024 : 3m50s
- Version 2025 : 1m49s

**53% plus rapide**



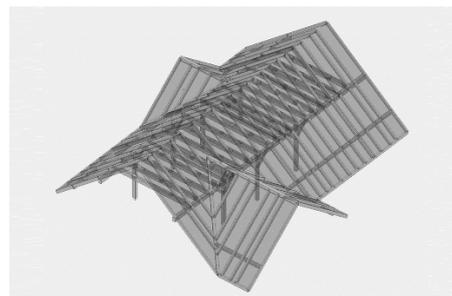
#### Exemple 4

205 éléments filaires  
82 combinaisons

##### Temps de calcul

- Version 2024 : 26D
- Version 2025 : 9D

**65% plus rapide**



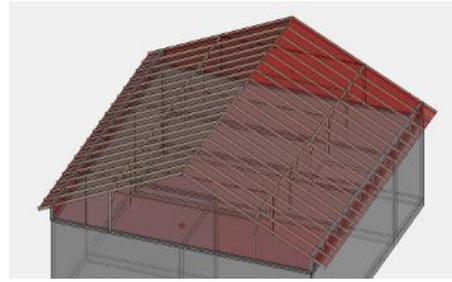
**Exemple 5**

122 éléments filaires  
83 combinaisons

Temps de calcul

- Version 2024 : 7D
- Version 2025 : 3D

**57% plus rapide**



6.6. Amélioration des notes de calcul pour le bois (Eurocode)

Amélioration du niveau de détail des notes.

Dans Advance Design 2025, les vérifications de l'expert bois sont plus détaillées, chaque vérification affiche désormais les paramètres intermédiaires (et plus seulement le taux de travail final comme auparavant).

| 3) Cross sections strength              |   |
|---|---|
| Tension<br>Compression<br>(6.1.1/6.1.4) | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} \leq f_{10d}$ (6.1)<br>0.06 ≤ 6.69 MPa (1%)  |
| Shear on y / z<br>direction (6.1.7)     | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\tau_d \leq f_{vd}$ (6.13)<br>1.54 ≤ 1.85 MPa (84%)   |
| Single tapered<br>beams (6.4.2)         | not done (-)  |
| Oblique bending (6.2)                   | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} / f_{10d} + \sigma_{mvd} / f_{mvd} + k_m \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.17)<br>0.06 / 6.69 + 9.61 / 11.08 + 0.70·2.81 / 11.08 > 1<br>1.05 > 1.00 (105%)<br>Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{10d} / f_{10d} + k_m \sigma_{mvd} / f_{mvd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.18)<br>0.06 / 6.69 + 0.70·9.61 / 11.08 + 2.81 / 11.08 ≤ 1<br>0.87 ≤ 1.00 (87%) |
| Torsion (6.1.8)                         | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} f_{vd}$ (6.14)<br>2.44 > 1.22·1.85<br>2.44 > 2.26 MPa (108%)  |
| Shear with Torsion                      | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$(\tau_d / f_{vd}) + (\tau_{tor,d} / (k_{shape} f_{vd})) \leq 1$ (6.13 + 6.14)<br>(1.54 / 1.85) + (2.44 / (1.22·1.85)) > 1<br>1.92 > 1.00 (192%)   |

| 4) Elements stability  |   |
|--|---|
| Stability coefficients   | $\lambda_y = 28.868$ $\lambda_z = 43.301$<br>$L_{fz} = 2.50$ m $L_{fy} = 2.50$ m<br>$L_{di} = 5.00$ m $L_{ds} = 5.00$ m $k_y = 0.639$ $k_{cy} = 0.953$ $k_z = 0.813$ $k_{cz} = 0.861$ $k_m = 0.700$ $k_{crit} = 1.000$<br>$\lambda_{rel,y} = 0.490$ $\lambda_{rel,z} = 0.734$ $\lambda_{rel,m} = 0.395$   |
| Compression or<br>combined<br>compression and<br>bending (6.3.2) | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.5 4/4<br>$\sigma_{c0d} / (k_{cy} f_{c0d}) + \sigma_{mvd} / f_{mvd} + k_m \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.23)<br>0.06 / (0.95·9.69) + 9.61 / 11.08 + 0.70·2.81 / 11.08 > 1<br>1.05 > 1.00 (105%)<br>Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.5 4/4<br>$\sigma_{c0d} / (k_{cz} f_{c0d}) + k_m \sigma_{mvd} / f_{mvd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} \leq 1$ (6.24)<br>0.06 / (0.86·9.69) + 0.70·9.61 / 11.08 + 2.81 / 11.08 ≤ 1<br>0.87 ≤ 1.00 (87%) |
| Bending or combined<br>bending and<br>compression (6.3.3)        | Case no 101: 1.35x[1 D], Mesh No. 1.1 0/4<br>$\sigma_{md} \leq k_{crit} f_{md}$ (6.33)<br>9.61 ≤ 1.00·11.08<br>9.61 ≤ 11.08 MPa (87%)   |

## 7. Amélioration de l'analyse des structures en béton

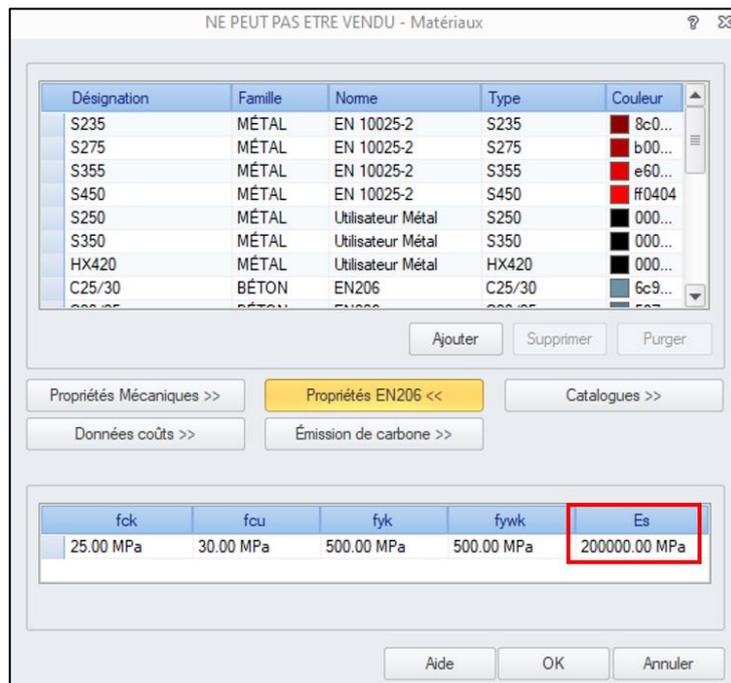
Avec cette version, de nouvelles fonctionnalités liées à l'analyse des structures en béton armé ont été ajoutées. Les détails des améliorations concernant les structures en béton armé sont décrits dans le chapitre sur les changements des modules de ferrailage.

### 7.1. Possibilité d'éditer le module d'Young des armatures

**Cette nouvelle fonctionnalité nous permettra de modéliser le ferrailage constitué de matériaux composites lors de l'analyse du ferrailage théorique des éléments.**

À présent, dans Advance Design 2025, il est possible de modifier la valeur du module d'Young ( $E_s$ ) pour les armatures. Cette valeur modifiable est désormais prise en compte pour le ferrailage théorique des poutres, des poteaux et des éléments surfaciques, y compris les courbes d'interaction, et pour le calcul détaillé des poutres et des poteaux effectué sous Advance Design. Ceci inclut également le cas du calcul d'un élément ouvert/exporté vers les modules ADM Beam et ADM Column. L'impact de la modification du module d'Young s'applique aux calculs effectués selon les normes Eurocode et Nord-Américaines.

Comme les paramètres de résistance du ferrailage sont définis dans Advance Design avec les paramètres du béton, l'édition du module d'Young du ferrailage se fait dans la fenêtre de définition du matériau, dans les propriétés du béton.



Ce nouveau paramètre a une incidence dans plusieurs domaines :

- De manière générale, dans tous les calculs ELS, via le coefficient d'équivalence dans la fissuration, les contraintes, les flèches et le ferrailage.
- Pour les calculs ELU, la déformation de l'acier est affectée, puis la contrainte de l'acier lors de l'utilisation de la droite inclinée.
- Pour les méthodes de calcul des poteaux : Rigidité nominale, Courbure et Méthode générale.
- Courbes d'interaction pour les poteaux.

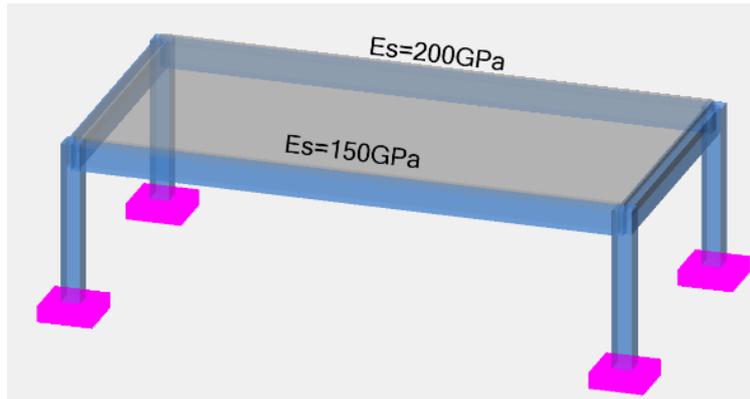
Le module d'Young modifié peut être utilisé dans plusieurs cas spécifiques, en particulier pour l'acier carbone noir et l'acier inoxydable de qualité différente. Dans un registre plus restreint, à titre

d'approximation, nous pouvons l'utiliser pour modéliser des renforts autres que l'acier, tels que des armatures en carbone, en verre ou en polypropylène.

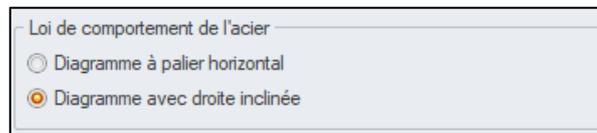
Une attention particulière doit être accordée à l'utilisation de faibles valeurs de rigidité  $E_s$  dans les calculs, car cela a un impact majeur sur la vérification à l'ELS, et sur le ferrailage issu des calculs à l'ELS.

**Exemple**

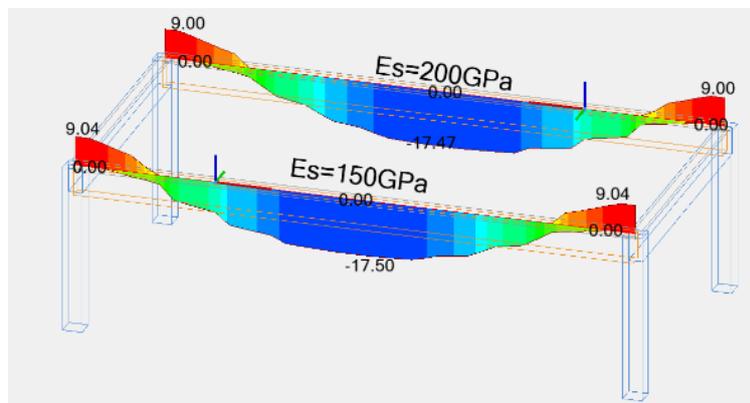
Prenons un exemple simple avec deux poutres ayant des modules d'Young différents - avec une valeur de  $E_s=200\text{GPa}$  typique pour un ferrailage standard, et avec une valeur modifiée de  $E_s=150\text{GPa}$ .



Pour les calculs, nous utiliserons la loi contrainte-déformation inclinée pour le ferrailage :

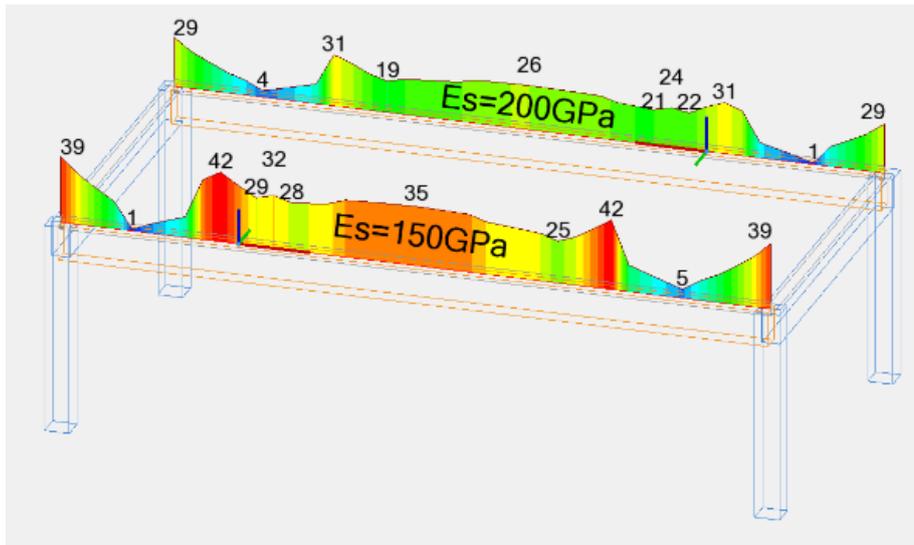


Si nous vérifions la section théorique du ferrailage  $A_z$ , nous constatons un faible impact du changement de module, principalement en raison de l'utilisation de la droite inclinée.

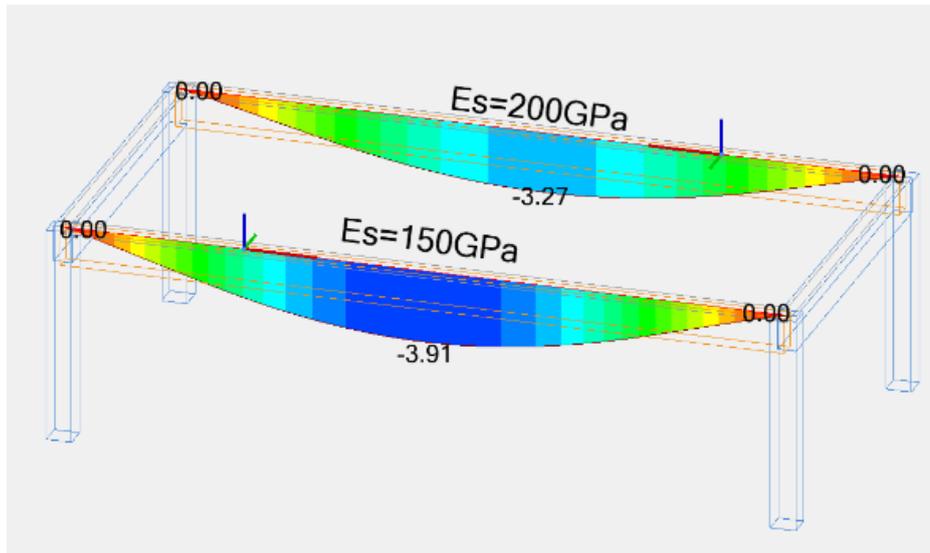


*Section théorique du ferrailage longitudinal ( $A_z$ )*

Cependant, pour la même section d'acier, on constate un effet significatif sur la fissuration et la flèche totale des poutres.



*Fissuration (taux de travail z)*



*Flèche totale*

## 7.2. Prise en compte du repère local des appuis pour les semelles

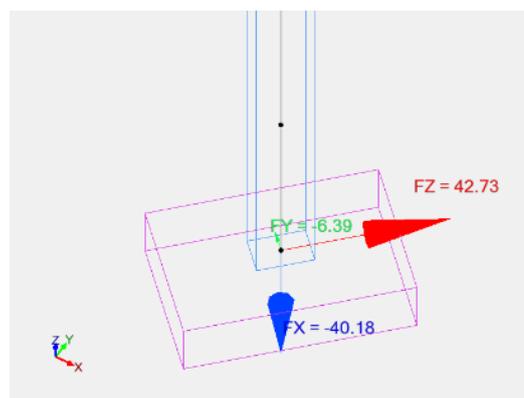
**Prise en compte du repère local des appuis (défini en fonction de l'élément porté) lors du transfert efforts et des dimensions vers le module RC Footing.**

Dans le cas d'appuis situés sous un poteau, dont nous cherchons à connaître les réactions dans le système d'axes local, orienté par rapport au système global. Nous définissons donc l'appui en question comme élastique dans Advance Design et définissons le système de coordonnées locales en fonction de ce poteau.

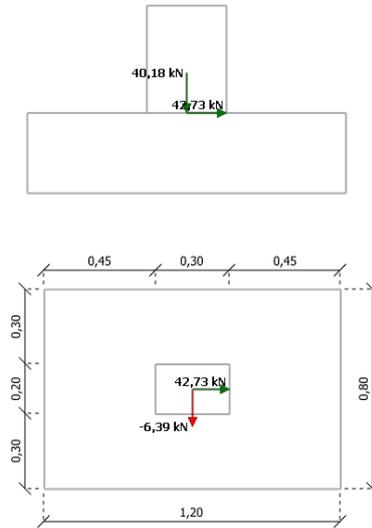
|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Général</b>                     |   |
| Identifiant                        | 1   |
| Nom                                | Elastic Point Support                     |
| État actif                         | <input checked="" type="checkbox"/> Actif |
| Systèmes                           | 3   |
| Remarque                           |   |
| Identifiant GTC                    | 0   |
| <b>Repère</b>                      |   |
| Option                             | local                                     |
| Repère                             | Filaire 89                                |
| Semelle                            | <input checked="" type="checkbox"/> Actif |
| <b>Matériau de la semelle</b>      |   |
| Matériau                           | C25/30                                    |
| <b>Rigidité verticale</b>          |   |
| Rigidité verticale                 | Imposé                                    |
| Couches de sol                     | Définition                                |
| <b>Dimensions de la fondation</b>  |   |
| Largeur (A)                        | 1.20 m                                    |
| Longueur (B)                       | 0.80 m                                    |
| Hauteur (H)                        | 0.30 m                                    |
| Excentricité dans la largeur (e1)  | 0.00 m                                    |
| Excentricité dans la longueur (e2) | 0.00 m                                    |
| Élément porté                      | Aucun                                     |

Dans la dernière version du logiciel, dans ce cas, les réactions d'appui et les dimensions de la fondation sont transférées en tenant compte de l'orientation de l'axe local.

Illustrons ce comportement à l'aide d'un exemple simple : Considérons un appui élastique définissant une semelle de dimensions  $A=1,20\text{m}$  et  $B=0,80\text{m}$ . La dimension  $A$  est parallèle à l'axe  $X$  global si le système d'axes de l'appui est défini sur le système de coordonnées global ou utilisateur. Toutefois, dans cet exemple, l'appui dispose d'un système de coordonnées local établi en fonction du poteau, qui est tourné par rapport au repère global d'un angle de 45 degrés. Dans ce cas, la dimension  $A$  est parallèle à l'axe  $Z$  du système local du poteau. Par ailleurs, les réactions de l'appui sont alors alignées sur le repère local du poteau - par exemple, la réaction  $Fz$  est parallèle à l'axe  $Z$  du repère local du poteau.



Lorsque cette semelle est ensuite transférée au module Footing, les réactions d'appui sont orientées de manière appropriée en fonction du repère local du poteau et sont prises en compte dans les calculs.



Il convient également de mentionner que, comme pour les appuis ponctuels élastiques, les appuis élastiques linéaires ont été mis à jour de la même manière.

### 7.3. Réduction du temps de calcul du ferrailage pour les éléments surfaciques

#### Réduction du temps de calcul du ferrailage pour les éléments surfaciques grâce à l'optimisation des algorithmes.

Dans la dernière version du logiciel, l'algorithme de détermination du ferrailage dans les éléments surfaciques a été amélioré et modernisé, ce qui a permis de réduire le temps de calcul.

Bien que l'accélération soit visible pour chaque modèle et pour toutes les normes, les différences les plus importantes sont visibles pour les modèles de grande taille comportant de nombreuses combinaisons, en particulier lors des vérifications effectuées selon l'Eurocode.

Exemples d'amélioration du temps de calcul du ferrailage de la version 2024.1 par rapport à la version 2025:

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Exemple 1</b></p> <p>6744 éléments finis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Norme CSA <b>10% plus rapide</b></li> <li>• Eurocode <b>68 % plus rapide</b></li> </ul> |  |
|---|--|

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Exemple 2</b></p> <p>7166 éléments finis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eurocode <b>35 % plus rapide</b></li> </ul> |  |
|---|--|

## 8. Résultats

Un ensemble de nouveautés et d'améliorations liées à la présentation des résultats.

### 8.1. Propriétés de données supplémentaires dans les tableaux de résultats

Cette version intègre un ensemble de nouveaux champs avec des propriétés à sélectionner lors de la création de tableaux personnalisés de résultats.

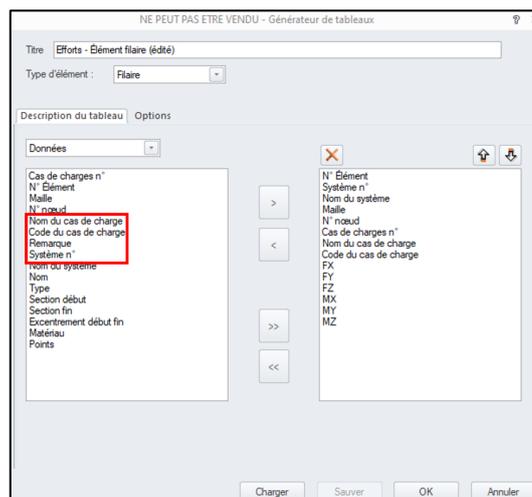
Afin de faciliter la vérification des résultats à l'aide de tableaux, des propriétés de données supplémentaires sont disponibles dans les tableaux de résultats utilisateur.

Pour les **éléments filaires** et **surfaciques**, en plus des **appuis ponctuels, linéaires et surfaciques**, l'utilisateur peut désormais afficher le nom et le code des cas de charge, le nom et le numéro des systèmes contenant les éléments et la remarque associée à chacun d'entre eux.

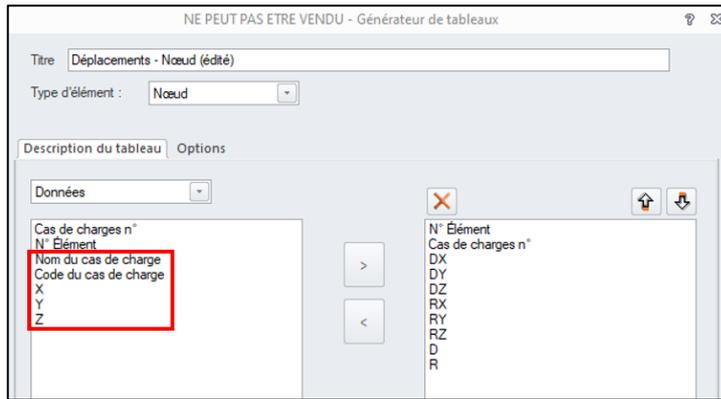
Tableau des résultats : Efforts - Élément filaire (édité) (repère local)

| N° Élément | Système n° | Nom du système | Maille | N° nœud | Cas de charges | Nom du cas de charge | Code du cas de charge | Fx (kN) | Fy (kN) | Fz (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) | Mz (kN*m) |
|------------|------------|----------------|--------|---------|----------------|----------------------|-----------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 222     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.7    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 291     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 291     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 300     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.3   | 300     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.3   | 361     | 117            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.5    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 222     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.6   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | -26.93    | 28.76     |
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 291     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.5   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | -16.64    | 19.33     |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 291     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.5   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | -16.64    | 19.33     |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 300     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.5   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | -6.36     | 9.9       |
| 34         | 2          | Poles          | 34.3   | 300     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.5   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | -6.36     | 9.9       |
| 34         | 2          | Poles          | 34.3   | 361     | 118            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -24.4   | -9.4    | 10.3    | 0.12      | 3.93      | 0.46      |
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 222     | 119            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.7    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.1   | 291     | 119            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 291     | 119            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |
| 34         | 2          | Poles          | 34.2   | 300     | 119            | 1x[1 SW]+1x[3        | ECELSQ                | -7.6    | 0       | 0       | 0         | 0         | 0         |

Dans la boîte de dialogue **Générateur de tableaux**, de nouveaux champs sont disponibles.



Pour **nœuds**, l'utilisateur peut maintenant afficher en plus les coordonnées globales des nœuds, et le nom et le code des cas de charge.

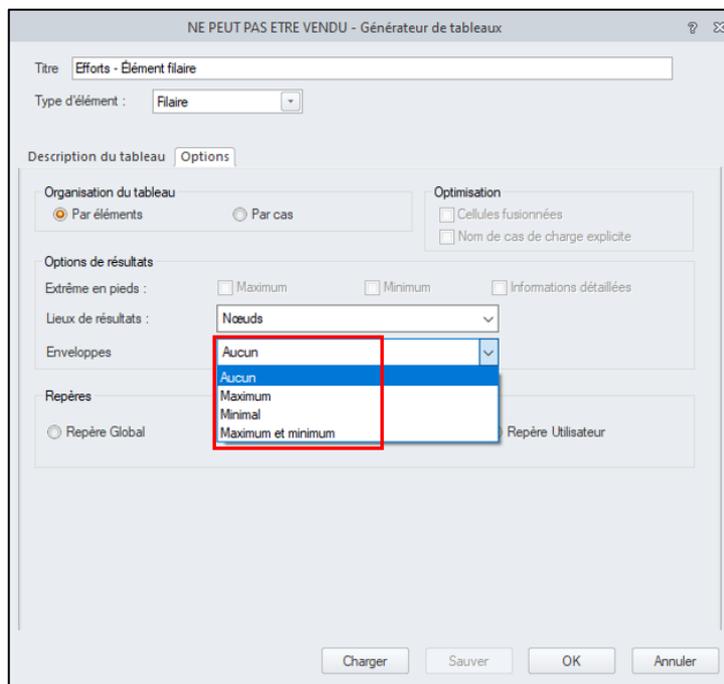


## 8.2. Affichage des valeurs extrêmes dans les tableaux de résultats

**Nouveaux modes d'affichage des valeurs dans les tableaux avec des résultats affichant des résultats extrêmes (enveloppe - min/max). Cela permet de rechercher facilement une valeur extrême d'un effort et sa position.**

Dans les tableaux de résultats d'Advance Design 2025, il est désormais possible d'afficher de manière unique les charges/combinaisons qui génèrent les résultats extrêmes (déplacement, efforts et contraintes).

Au lieu d'afficher les résultats de chaque charge/combinaison et d'obtenir des tableaux avec de nombreuses lignes, l'utilisateur a désormais la possibilité de n'afficher que la charge/combinaison qui entraîne la valeur extrême de chaque composante des résultats de chaque élément. Pour activer ce mode d'affichage, l'utilisateur doit choisir une enveloppe dans les paramètres du tableau des résultats.



Par défaut, les enveloppes sont définies sur « Aucun » et tous les cas/combinaisons sont affichés. L'utilisateur peut le modifier pour visualiser les résultats maximum uniquement, minimum uniquement ou l'enveloppe des deux.

Selon le choix de l'utilisateur et pour chaque élément, le tableau n'affichera que les cas/combinaisons qui donnent des valeurs extrêmes pour chaque composante du résultat (les valeurs extrêmes sont en rouge). Voici un exemple de valeurs maximales et minimales des efforts pour les éléments filaires d'une structure.

| Element No | Load case No | Mesh | Node No | Fx (kN) | Fy (kN) | Fz (kN) | Mx (kN*m) | My (kN*m) | Mz (kN*m) |
|------------|--------------|------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 7          | 103          | 7.1  | 13      | -35.75  | 0       | -99.71  | 0         | 71.82     | 0         |
| 7          | 107          | 7.6  | 26      | -1.4    | 0       | 4.41    | 0         | 2.81      | 0         |
| 7          | 1            | 7.1  | 13      | -1.4    | 0       | -4.41   | 0         | 2.81      | 0         |
| 7          | 109          | 7.6  | 26      | -8.17   | 0       | 23.16   | 0         | 16.42     | 0         |
| 7          | 102          | 7.1  | 13      | -30.28  | 0       | -107.21 | 0         | 78.11     | -0.03     |
| 7          | 102          | 7.6  | 26      | -30.28  | 0       | 107.21  | 0         | 78.11     | -0.03     |
| 7          | 1            | 7.1  | 13      | -1.4    | 0       | -4.41   | 0         | 2.81      | 0         |
| 7          | 109          | 7.6  | 26      | -8.17   | 0       | 23.16   | 0         | 16.42     | 0         |
| 7          | 103          | 7.3  | 20      | -35.75  | 0       | 0       | 0         | -99.63    | 0         |
| 7          | 102          | 7.6  | 26      | -30.28  | 0       | 107.21  | 0         | 78.11     | -0.03     |
| 7          | 102          | 7.1  | 13      | -30.28  | 0       | -107.21 | 0         | 78.11     | -0.03     |
| 7          | 109          | 7.6  | 26      | -8.17   | 0       | 23.16   | 0         | 16.42     | 0         |
| 8          | 103          | 8.1  | 15      | -35.75  | 0       | -99.71  | 0         | 71.82     | 0         |
| 8          | 107          | 8.6  | 28      | -1.4    | 0       | 4.41    | 0         | 2.81      | 0         |
| 8          | 1            | 8.1  | 15      | -1.4    | 0       | -4.41   | 0         | 2.81      | 0         |
| 8          | 109          | 8.6  | 28      | -8.17   | 0       | 23.16   | 0         | 16.42     | 0         |
| 8          | 103          | 8.1  | 15      | -35.75  | 0       | -99.71  | 0         | 71.82     | 0         |

Dans ce tableau, nous pouvons voir par exemple que pour l'élément 7, le moment minimum My est de -99,63 kN\*m et se produit pour le cas de charge 103 à la maille 7.3 (nœud 20), tandis que le moment maximum My est de 78,11 kN\*m et se produit pour le cas de charge 102 à la maille 7.6 (nœud 26).

Autre exemple de tableau : pour l'élément 8, l'effort normal minimal Fx est de -32,75 kN et se produit pour le cas de charge 103 à la maille 8.1 (nœud 15), tandis que l'effort maximal Fx est de -1,4 kN et se produit pour le cas de charge 107 à la maille 8.6 (nœud 28).

### 8.3. Nouvelles commandes sur le ruban d'exploitation

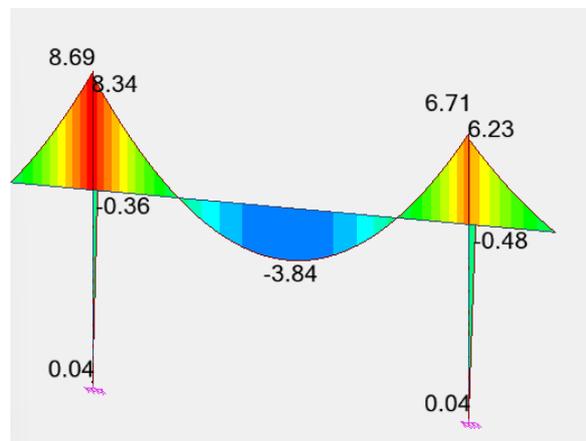
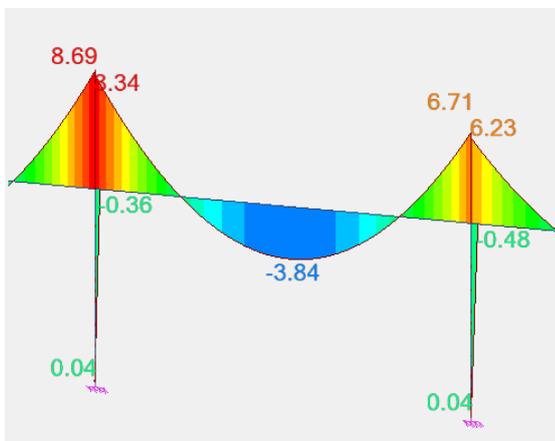
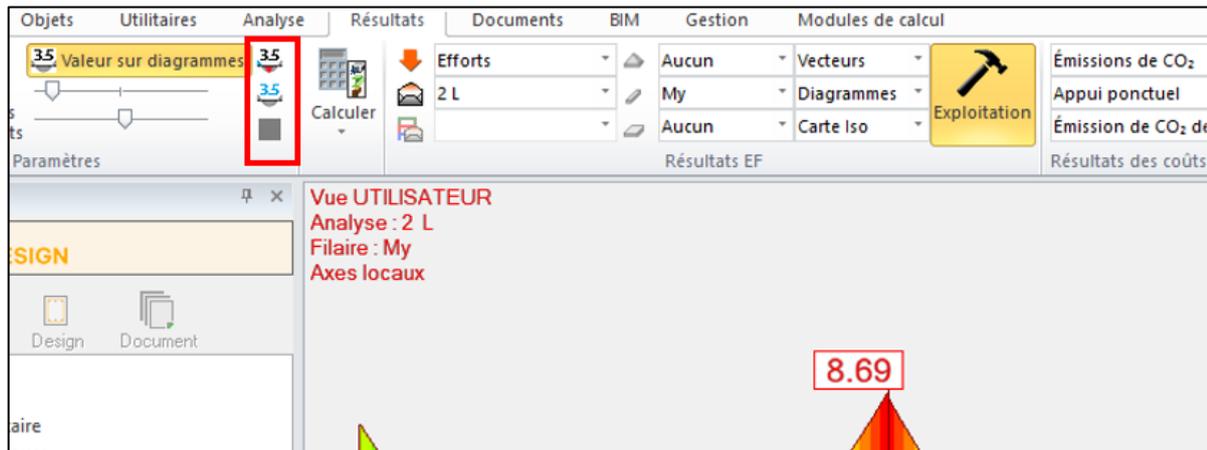
**Possibilité d'accéder facilement, à partir du ruban, à certaines options d'exploitation fréquemment utilisées.**

La dernière version d'AD apporte de nouvelles améliorations à l'exploitation graphique des résultats, consistant à faciliter la sélection des options les plus utilisées en les plaçant sur le ruban Résultats. Il existe trois types de changements : Nouvelles commandes sur le ruban pour l'affichage des valeurs, sélection rapide du mode d'affichage des résultats MEF à partir du ruban, et nouvelle option permettant l'affichage automatique des résultats.

## Nouvelles commandes sur le ruban pour l'affichage des valeurs

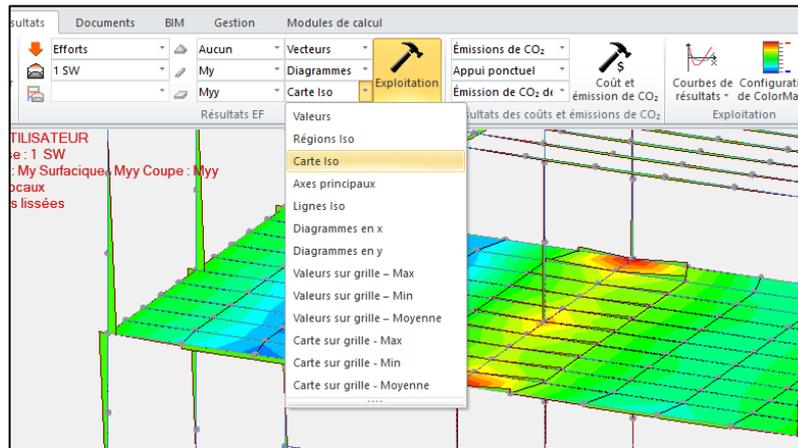
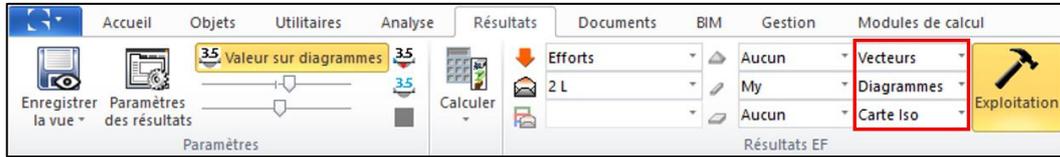
Dans l'onglet **Résultats**, dans le groupe de fonctions **Paramètres**, trois nouvelles commandes d'affichage des valeurs ont été ajoutées :

- La commande en haut permet d'activer l'affichage des valeurs extrêmes.
- La commande centrale est utilisée pour activer l'affichage des valeurs avec une couleur unique.
- La commande en bas ouvre une fenêtre de sélection pour le choix de la couleur de l'affichage des valeurs.



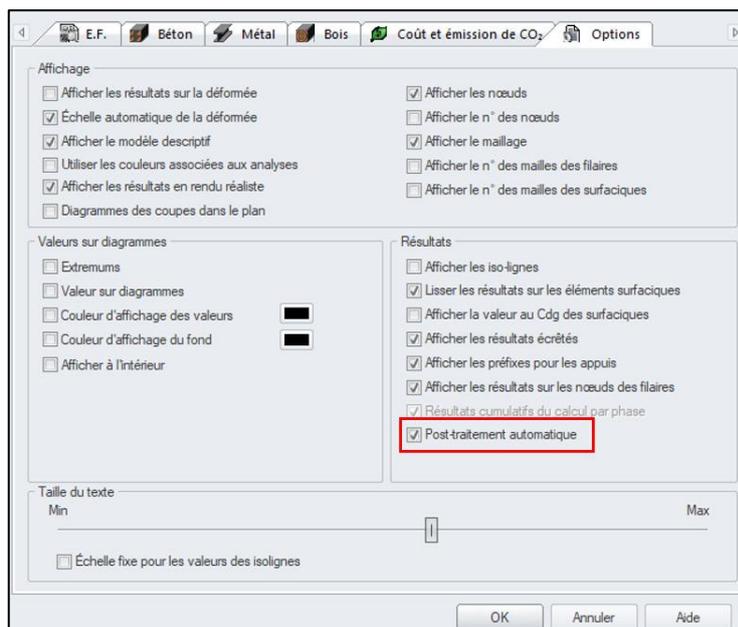
## Sélection rapide du mode d'affichage des résultats EF

Dans l'onglet **Résultats**, dans le groupe de fonctions **Résultats EF**, des listes de sélection du mode d'affichage ont été ajoutées séparément pour les résultats concernant les appuis, les éléments filaires et les éléments surfaciques.



## Post-traitement automatique

Une nouvelle option « Post-traitement automatique » a été ajoutée à l'onglet Options de la boîte de dialogue Résultats. Cette fonction est activée par défaut et sa fonction est très simple : après avoir sélectionné un résultat dans le ruban, le résultat est automatiquement validé et affiché graphiquement, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser le bouton « Exploitation ». Ce petit changement améliore le confort du travail au quotidien.



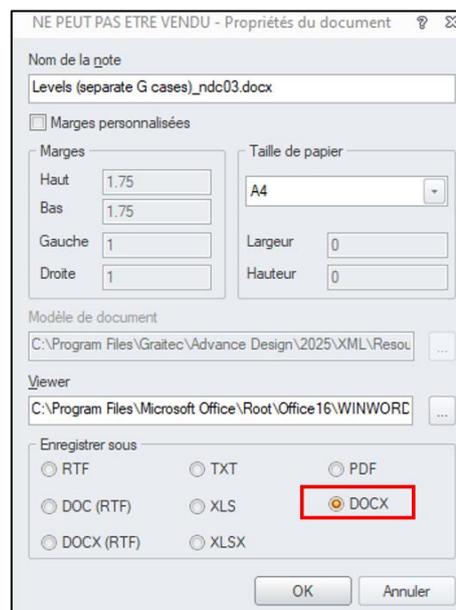
## 8.4. Nouveau mécanisme pour la création de notes

Ce nouveau mécanisme de création de notes permet de générer directement du contenu au format natif Microsoft Word (docx).

Précédemment, les notes Advance Design utilisaient un mécanisme de génération de contenu basé sur le format RTF, qui pouvait être affiché/converti dans d'autres formats, y compris les formats DOC/DOCX. Malheureusement, les limitations du format RTF, telles que l'absence de compression du contenu, entraînent parfois l'impossibilité de générer une note lorsque la taille du fichier RTF est supérieure à 512 Mo.

Advance Design 2025 a introduit un mécanisme supplémentaire qui permet de créer des notes directement à partir d'un fichier DOCX natif. Le mécanisme est basé sur OpenXML de Microsoft, qui présente une vitesse et une efficacité remarquable et qui est dépourvu des limitations de l'ancien format RTF. Le nouveau mécanisme de notes permettra d'apporter plusieurs améliorations dans les versions futures du logiciel, notamment une nouvelle méthode de prévisualisation.

Le nouveau mécanisme utilisant le format natif DOCX peut être sélectionné dans la fenêtre de configuration de la note.



Le processus d'adaptation des gabarits de notes au nouveau format étant introduit par phases. Il est possible, dans la version 2025, de générer des notes pour tous les types de tableaux, à l'exception de ceux contenant des formules, par exemple les fiches de profilé.

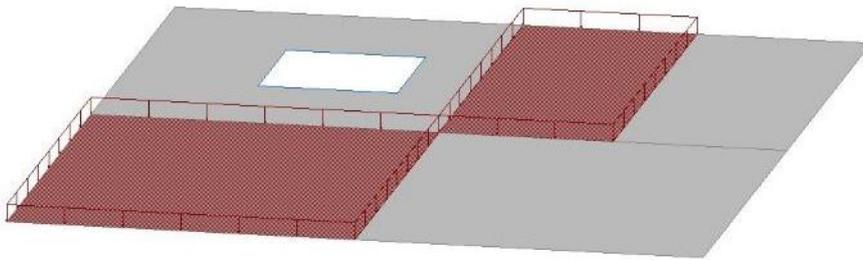
## 9. Amélioration de l'expérience utilisateur et du confort d'utilisation du programme

Un ensemble de nouveautés et d'améliorations liées à l'expérience utilisateur, se traduisant par une efficacité et un confort d'utilisation accrus.

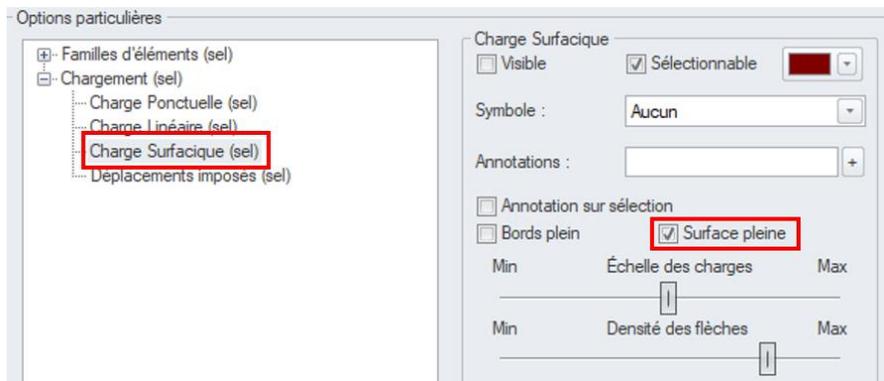
### 9.1. Remplissage pour l'affichage des charges surfaciques

**Nouvelle option pour les charges surfaciques : remplissage par couleur de la charge. Cette fonction est utile à la fois pour travailler et pour créer des notes, en particulier pour représenter les charges en vue de dessus.**

Lors de la définition ou de la vérification d'une charge définie sur des éléments surfaciques, nous travaillons souvent en vue de dessus. Cette vue est également souvent utilisée pour préparer des notes et des images qui incluent une représentation de la répartition des charges surfaciques. Pour rendre la charge surfacique visible dans de tels cas, la dernière version 2025 a introduit la possibilité de remplir la zone de la charge avec de la couleur.



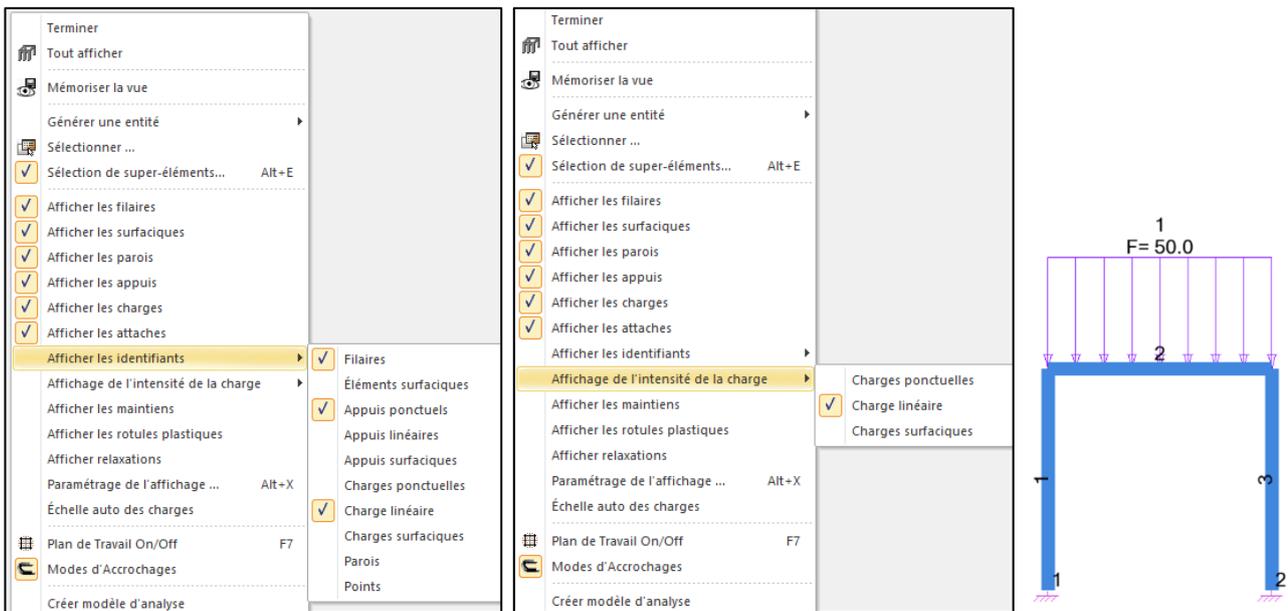
L'activation de la nouvelle option « Surface pleine » est disponible pour les charges surfaciques dans les paramètres d'affichage.



### 9.2. Affichage rapide des identifiants des éléments et de l'intensité des charges

Affichage rapide des identifiants des éléments et de l'intensité des charges à l'aide du menu contextuel. Cela permet de gérer plus rapidement et plus facilement l'affichage des différents composants.

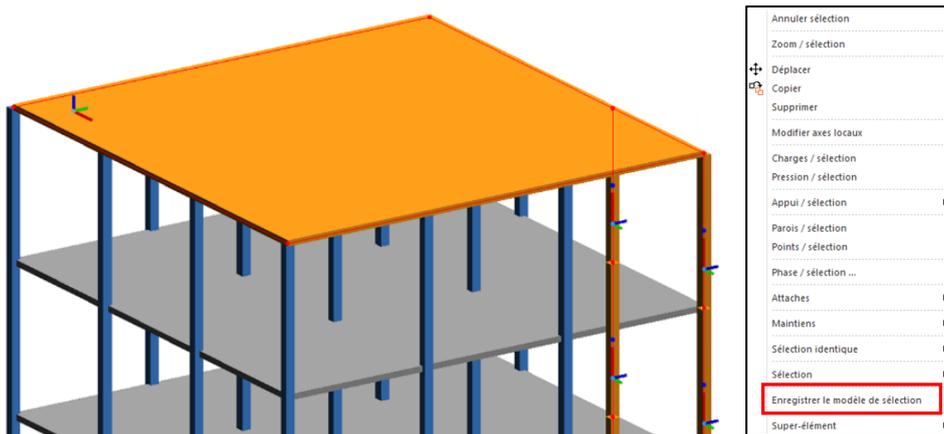
Dans Advance Design 2025, il est désormais plus facile, en phase de modélisation, d'afficher le numéro ID d'un objet sans devoir passer par la boîte de dialogue des paramètres d'affichage. À partir du menu contextuel, l'utilisateur peut désormais activer directement l'affichage des identifiants des éléments filaires et surfaciques, des appuis, des charges, des parois et des points. De plus, l'affichage rapide de l'intensité des charges peut être activé de la même manière.



### 9.3. Création simplifiée et plus rapide de gabarits de sélection d'éléments

Création plus facile et plus rapide de gabarits de sélection d'éléments grâce à l'enregistrement de gabarits de sélection à l'aide du menu contextuel.

Dans Advance Design 2025, il est désormais plus facile de créer un gabarit de sélection sans avoir à passer par la boîte de dialogue de sélection par critères. L'utilisateur peut désormais sélectionner les éléments puis les enregistrer dans un gabarit de sélection via la nouvelle commande « Enregistrer le gabarit de sélection » depuis le menu contextuel.



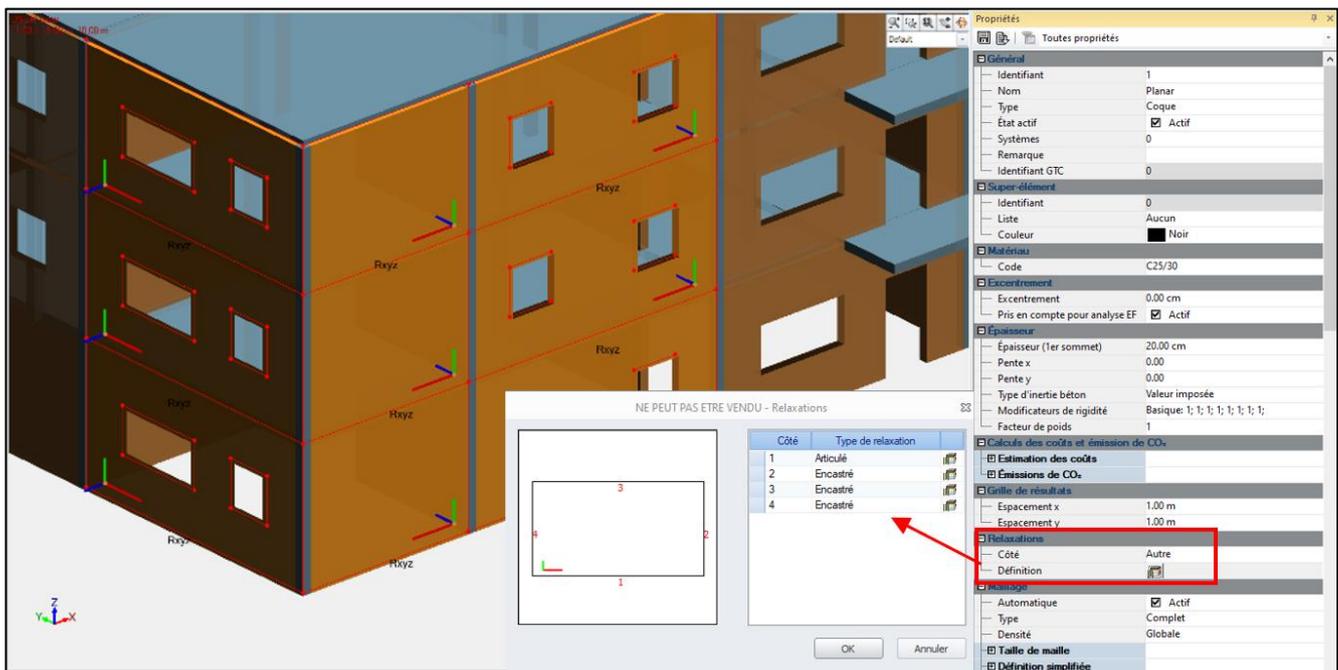
Une boîte de dialogue s'ouvre alors pour permettre à l'utilisateur de nommer le gabarit de sélection et de l'enregistrer.



### 9.4. Définition de relaxations linéaires pour des contours sélectionnés dans le cas d'éléments surfaciques multiples

Possibilité de définir des relaxations linéaires sur une (ou plusieurs) arête(s) sélectionnée(s) pour plusieurs éléments ayant la même géométrie.

Pour simplifier la définition des relaxations linéaires sur les arêtes des éléments surfaciques, il est désormais possible d'appeler la fenêtre de définition des relaxations sur les arêtes sélectionnées également en cas de sélection de plusieurs éléments surfaciques. Grâce à cela, nous pouvons très rapidement définir la même relaxation sur des arêtes sélectionnées sur plusieurs éléments de manière simultanée.



Pour faire apparaître une fenêtre de définition des relaxations, la sélection doit contenir des éléments surfaciques ayant le même nombre d'arêtes extérieures.

Les arêtes des éléments surfaciques étant orientées par rapport à l'axe local de l'élément, il est recommandé, pour un meilleur contrôle, de définir à l'avance la même orientation d'axe local pour les éléments sélectionnés.

## 9.5. Possibilité de trier les éléments d'un système

**Nouvelles options permettant de trier facilement les éléments d'un système selon différents critères.**

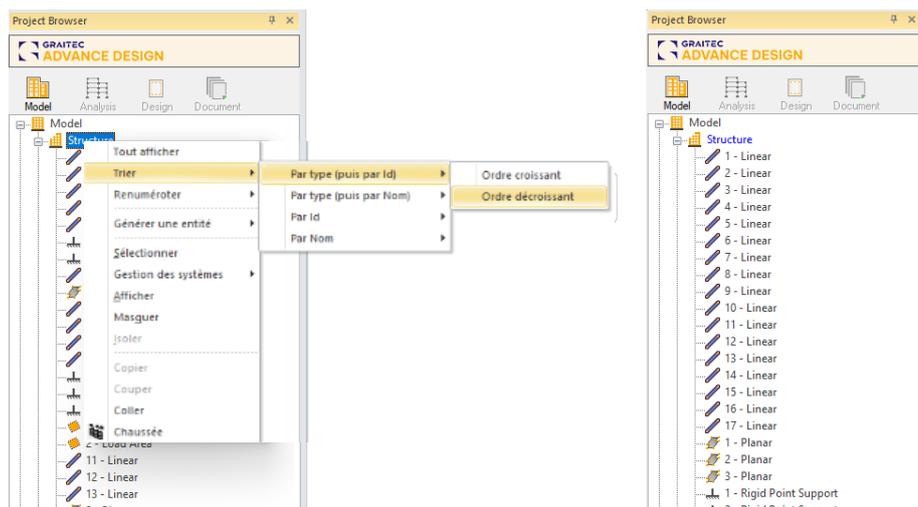
Lors de la création et de l'édition de structures, nous négligeons souvent l'ordre d'entrée des éléments et leur affectation aux différents systèmes. Il peut en résulter une liste peu claire des éléments visibles dans le pilote. Pour faciliter le travail, y compris la recherche et la sélection d'éléments, un ensemble de nouvelles commandes a été introduit pour trier le contenu de la liste d'objets.

De nouvelles commandes sont disponibles dans le menu contextuel disponible sur n'importe quel système.

Quatre types de tri sont disponibles :

- Par type puis par Id des éléments
- Par type puis nom des éléments
- Par Id
- Par nom

Dans tous les types, nous avons la possibilité de trier par ordre numérique/alphabétique croissant ou décroissant.

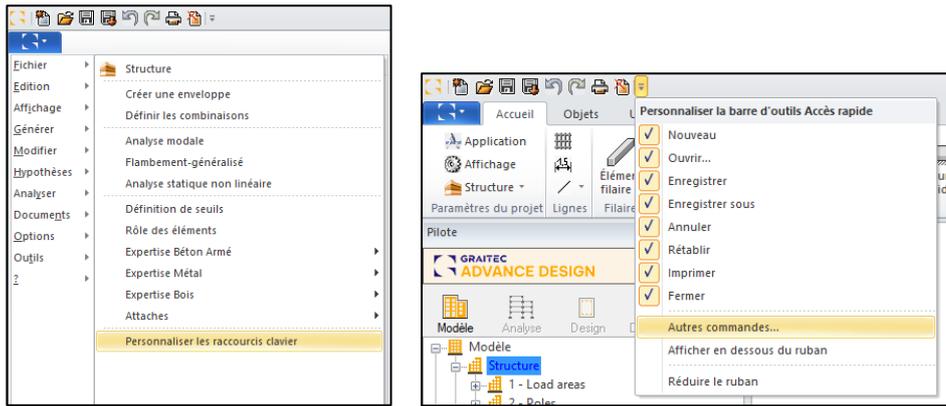


## 9.6. Configuration des raccourcis clavier

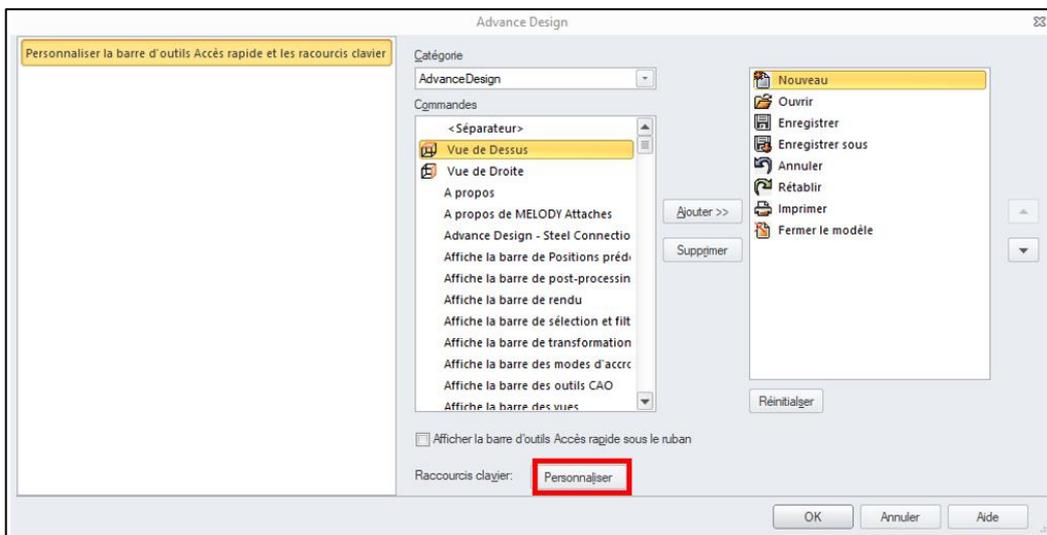
**Possibilité de configurer des raccourcis clavier personnalisés dans l'environnement Advance Design. Vous pouvez vérifier la correspondance actuelle des raccourcis clavier et ajouter les vôtres.**

Dans Advance Design 2025, l'utilisateur peut désormais personnaliser les raccourcis clavier et en ajouter de nouveaux à n'importe quelle commande. Pour ouvrir la boîte de dialogue de personnalisation des raccourcis clavier, nous devons d'abord ouvrir la boîte de dialogue de gestion de la barre d'outils rapide à l'aide de l'une des deux méthodes suivantes :

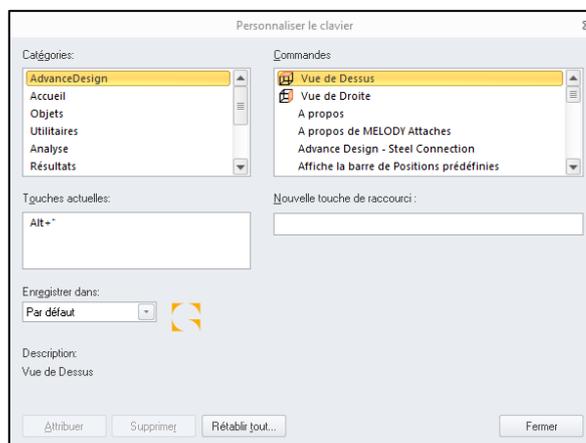
- en sélectionnant la commande Personnaliser les raccourcis clavier disponible dans le menu Hypothèses
- ou en cliquant sur l'option *Autres commandes...* dans la *barre d'outils d'accès rapide*.



Ensuite, à côté des raccourcis clavier, nous pouvons utiliser le bouton *Personnaliser*.



Dans la boîte de dialogue de personnalisation des raccourcis clavier, l'utilisateur peut sélectionner la commande de chaque catégorie et visualiser ses raccourcis clavier actuels (s'il y en a), remplacer le raccourci clavier actuel, en créer un nouveau ou ajouter un raccourci supplémentaire pour la même commande.



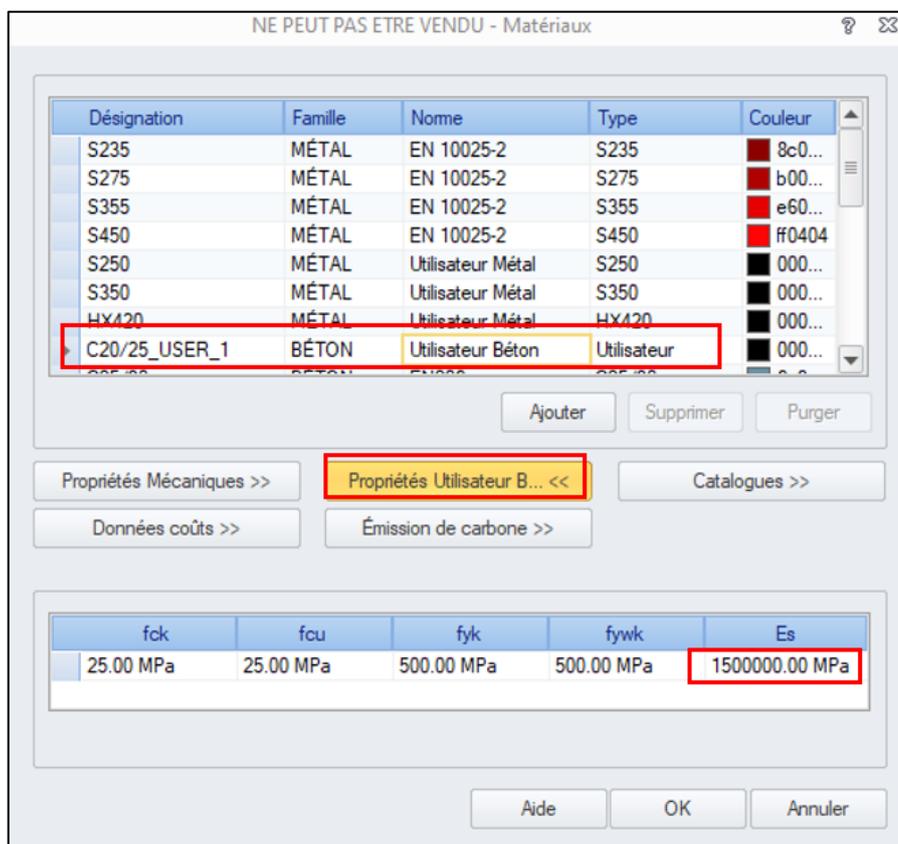
### 9.7. Amélioration de l'édition des propriétés des matériaux

**Création automatique d'un nouveau matériau utilisateur si une modification manuelle des paramètres a été effectuée pour un matériau existant.**

En règle générale, les matériaux acier, bois ou béton sont paramétrés en fonction des données du catalogue. Cependant, il est toujours possible de modifier ces paramètres.

Pour éviter le problème de la possibilité liée à l'utilisation de matériaux portant un nom standard avec des paramètres différents de ceux du catalogue, si l'on modifie les paramètres d'un matériau existant dans la fenêtre des propriétés, un matériau utilisateur sera automatiquement créé.

Cette fonctionnalité permettra d'éviter les erreurs et affiche un classement des matériaux modifiés plus intuitif.

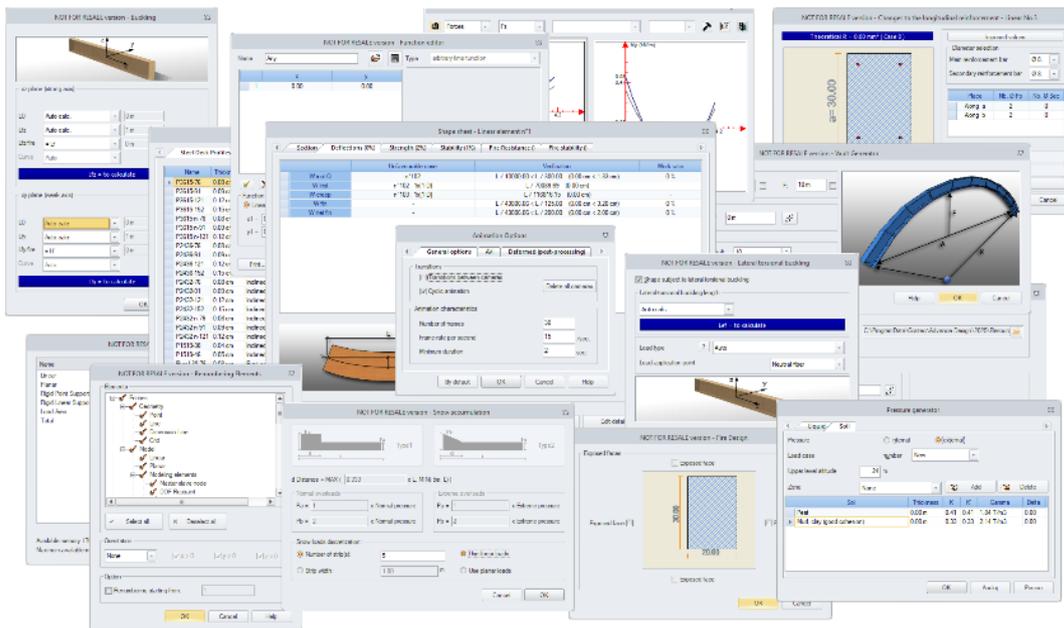


*Création automatique du matériel C20/25\_USER\_1 après modification d'une des propriétés du béton*

## 9.8. Unification des boîtes de dialogue

Utilisation plus aisée du programme grâce à une interface plus claire et à une présentation uniforme des fenêtres.

Dans cette version d'Advance Design, un autre groupe de boîtes de dialogue (42 boîtes de dialogue) a été mis à jour, afin d'obtenir une apparence unifiée. Bien que la présentation et le contenu des fenêtres soient généralement restés inchangés, les modifications concernent l'apparence et les composants utilisés. Ces changements ont deux objectifs principaux : normaliser l'apparence du contenu des fenêtres afin d'améliorer la perception de l'utilisateur dans son travail quotidien, et moderniser le programme en utilisant des composants technologiques plus récents.



## 10. Modules Advance Design Béton

Nouvelles fonctionnalités et améliorations apportées à la dernière version du module RC Beam.

### 10.1. Export des nomenclatures vers Excel

Transférez facilement les informations détaillées sur le ferrailage depuis les nomenclatures directement vers Excel.

Depuis la version 2025 des modules de ferrailage d'Advance Design, il est possible d'exporter aisément le contenu des nomenclatures d'acier générées vers Excel. Cela permet, par exemple, d'utiliser facilement le contenu des nomenclatures pour préparer différents types de tableaux récapitulatifs.

À cette fin, une nouvelle option « Exporter vers Excel » est disponible dans l'arborescence du plan après avoir sélectionné la nomenclature choisie, visible sur la barre d'icônes ainsi que dans le menu contextuel.

The screenshot shows the software's tree view on the left with a context menu open over the 'Nomenclatures' folder. The 'Export vers Excel' option is highlighted in red. To the right, a table displays the generated nomenclature data for 13 different reinforcement bars, including their IDs, diameters, lengths, and associated diagrams.

| N° | Barres | Lg (cm) | Nomenclature |
|----|--------|---------|--------------|
| 1  | 5HA12  | L=383.0 |              |
| 2  | 5HA12  | L=331.0 | 331          |
| 3  | 3HA12  | L=161.0 | 161          |
| 4  | 5HA16  | L=169.3 |              |
| 5  | 5HA16  | L=149.3 |              |
| 6  | 5HA8   | L=126.9 | 127          |
| 7  | 2HA8   | L=357.0 | 357          |
| 8  | 5HA8   | L=149.3 |              |
| 9  | 17HA10 | L=215.2 |              |
| 10 | 17HA10 | L=188.4 |              |
| 11 | 6HA8   | L=357.0 | 357          |
| 12 | 20HA6  | L=188.0 |              |
| 13 | 20HA12 | L=192.9 |              |

Le contenu des nomenclatures, y compris les valeurs numériques, les descriptions des colonnes et les schémas de façonnage éventuels, est ensuite généré directement dans un fichier xlsx.

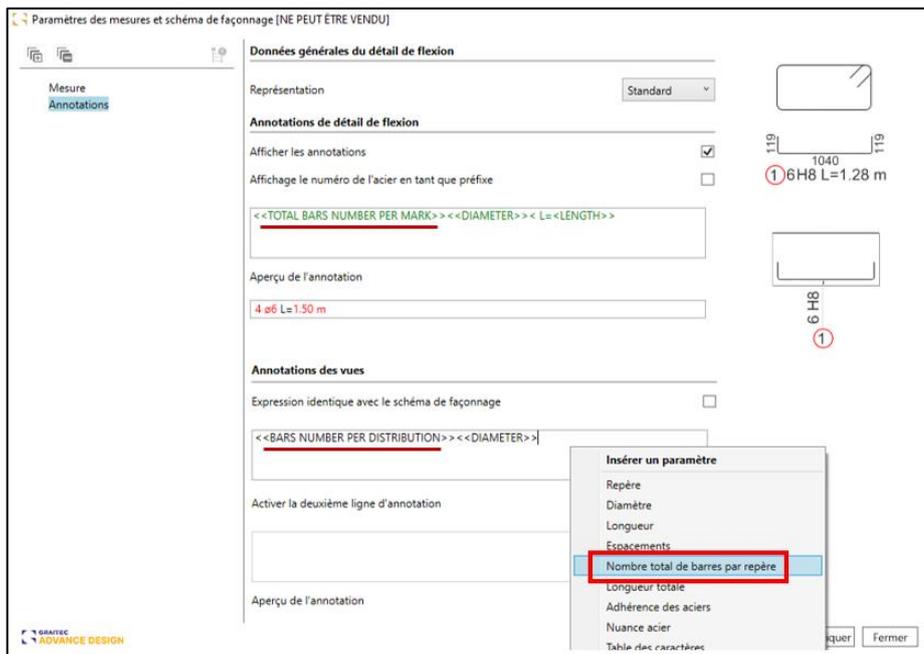
|    | A  | B      | C       | D            |
|----|----|--------|---------|--------------|
| 1  | N° | Barres | Lg (cm) | Nomenclature |
| 2  |    |        |         |              |
| 3  | 1  | 5HA12  | L=383.0 |              |
| 4  | 2  | 5HA12  | L=331.0 | 331          |
| 5  | 3  | 3HA12  | L=161.0 | 161          |
| 6  | 4  | 5HA16  | L=169.3 |              |
| 7  | 5  | 5HA16  | L=149.3 |              |
| 8  | 6  | 5HA8   | L=126.9 | 127          |
| 9  | 7  | 2HA8   | L=357.0 | 357          |
| 10 | 8  | 5HA8   | L=149.3 |              |

## 10.2. Nouveau paramètre pour l'affichage du nombre de barres par répartition

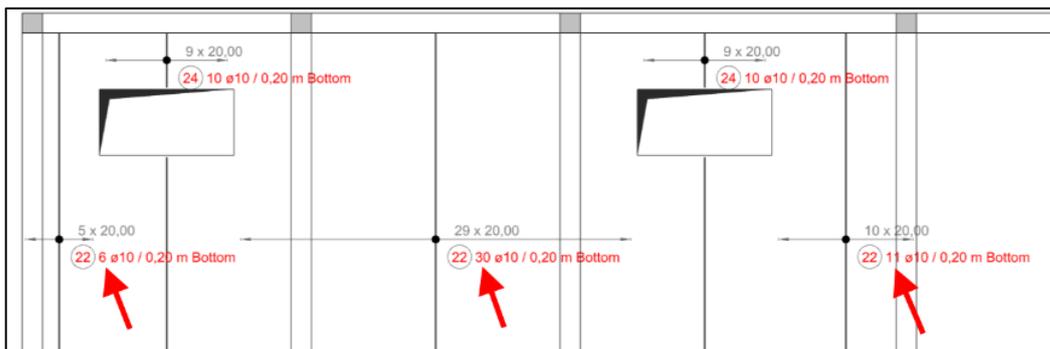
Possibilité de décrire les armatures sur les plans par le nombre total de barres pour un repère donné ou par le nombre de barres apparaissant dans chaque répartition.

Parmi les paramètres utilisés pour décrire le ferrailage sur les plans figure le nombre de barres pour un repère particulier. Dans certains cas, cependant, nous désirons voir le nombre de toutes les barres portant le même numéro de repère (par exemple lorsque nous décrivons le détail du façonnage des barres), et dans d'autres situations, nous voulons voir le nombre de barres portant un numéro de repère donné pour une occurrence donnée (par exemple lorsque nous décrivons la répartition des barres). À titre d'exemple, prenons une dalle dans laquelle une barre donnée portant le même repère peut se trouver à plusieurs endroits / plusieurs répartition. Ainsi, pour chaque distribution de barres, nous voulons voir dans la description des barres, le nombre de barres provenant uniquement de cette répartition donnée.

Par conséquent, pour faciliter le choix de la description des barres, depuis la dernière version de tous les modules de ferrailage, deux paramètres sont disponibles dans les paramètres de plan pour déterminer le nombre de barres : **Nombre total de barres par repère** et **Barres par répartition**.



Sélection des types de numérotation des barres pour l'annotation des plans



Barres par répartition dans l'annotation des différentes répartitions d'un même repère

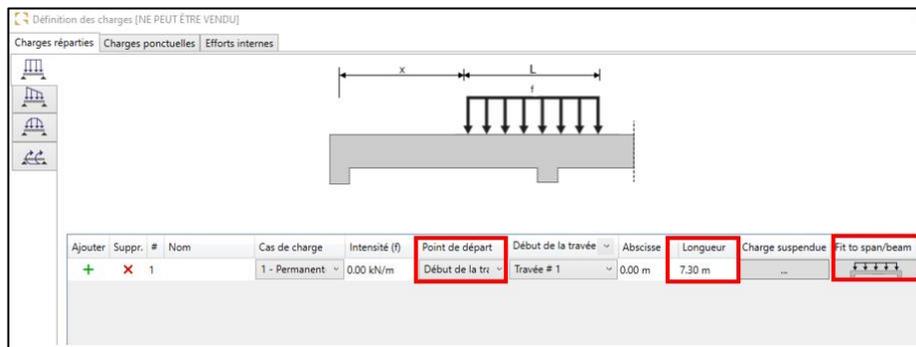
### 10.3. RC Beam - Ensemble d'améliorations visant à faciliter le travail quotidien

Ensemble de petites améliorations apportées à tous les modules de ferrailage afin de travailler plus efficacement.

#### Définition plus facile des charges réparties

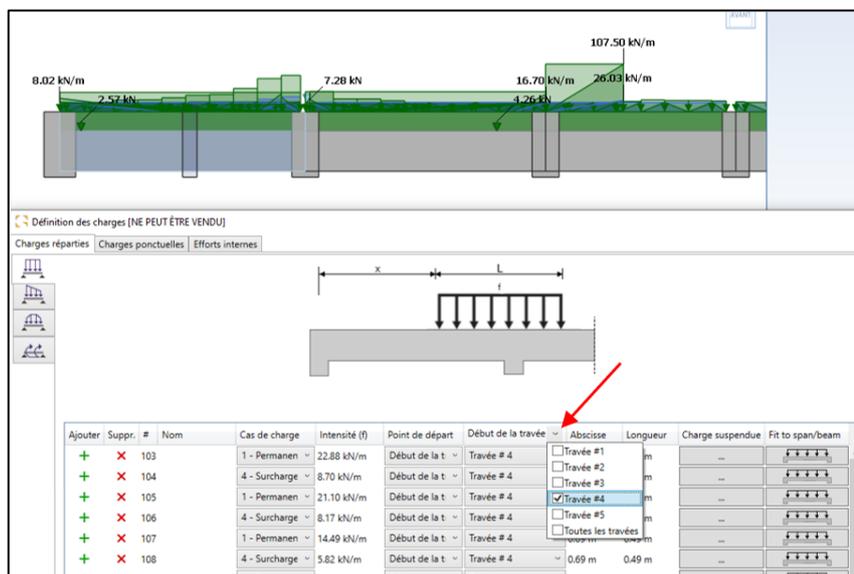
Pour faciliter et accélérer la définition des charges réparties, trois modifications mineures ont été apportées à la fenêtre des charges :

- Le paramètre par défaut *Point de départ* a été remplacé par *Début de la travée*. Cela facilite l'ajustement des charges, en particulier la possibilité de copier les charges lors du clonage des travées.
- Ajout de l'ajustement automatique de la longueur de la charge à la longueur de la travée ou de la poutre. Cette valeur peut être modifiée si la charge se trouve sur une portée plus courte.
- Le bouton de la dernière colonne permet maintenant d'ajuster la longueur de la charge à la longueur de la travée ou de la poutre, en fonction du réglage du point de départ.



#### Filtrage du tableau des charges en fonction de la travée sélectionnée

Pour faciliter la visualisation et l'édition des charges pour les poutres à travées multiples, il existe désormais un moyen assez simple de filtrer le contenu du tableau dans la fenêtre de définition des charges. Pour ce faire, développez la liste des travées disponibles dans l'en-tête de la colonne « Début de la travée » et sélectionnez la travée souhaitée.

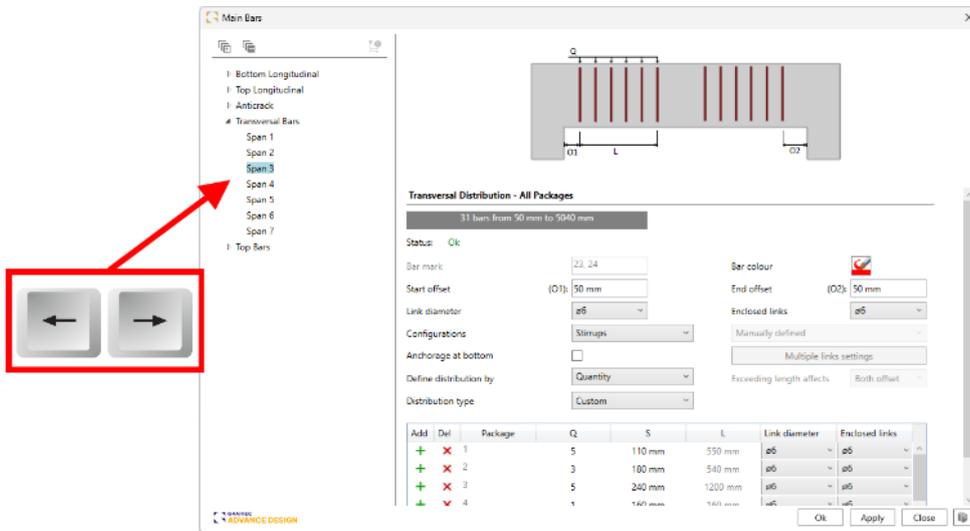


Déplacement entre les travées / les murs à l'aide des flèches gauche et droite

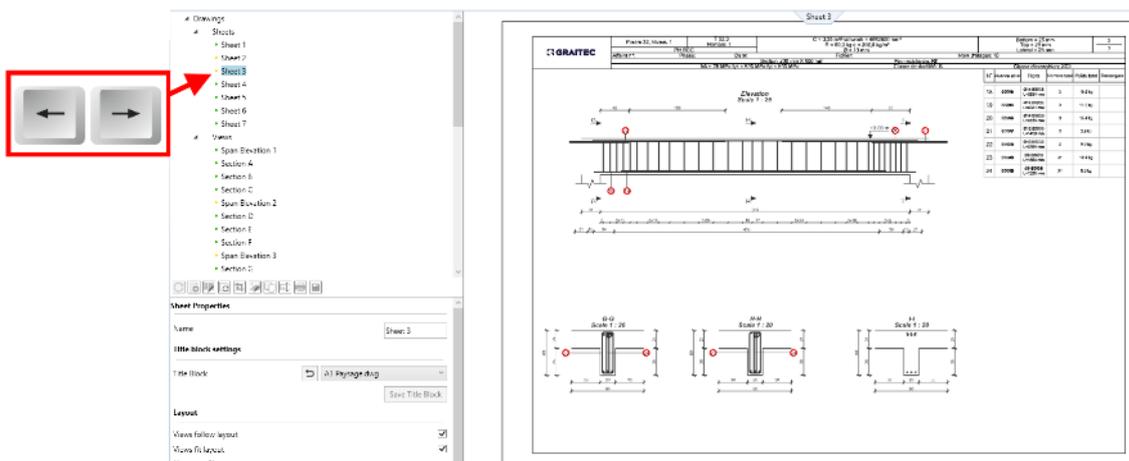
Afin de faciliter la vérification et l'édition des données dans les boîtes de dialogue dans lesquelles les données sont présentées séparément pour chaque travée/voile, dans les modules RC Beam et RC Wall, vous pouvez naviguer entre les différents éléments à l'aide des flèches gauche et droite du clavier.

Pour Beam, cette fonctionnalité est disponible dans toutes les boîtes de dialogue qui contiennent une arborescence avec navigation entre travées : Géométrie, hypothèses de ferrailage - Particularité des travées, Armatures principales, Aciers inférieurs sur appui, Trémies et Complémentaire.

Pour Wall, cette fonctionnalité est disponible dans toutes les boîtes de dialogue qui contiennent une arborescence avec navigation entre les voiles : Géométrie, Hypothèses de ferrailage - Raidisseurs supplémentaires, Vérification surface de reprise, Hypothèses de flambement, Enrobages, Armatures principales, Trémies et Chaînage.

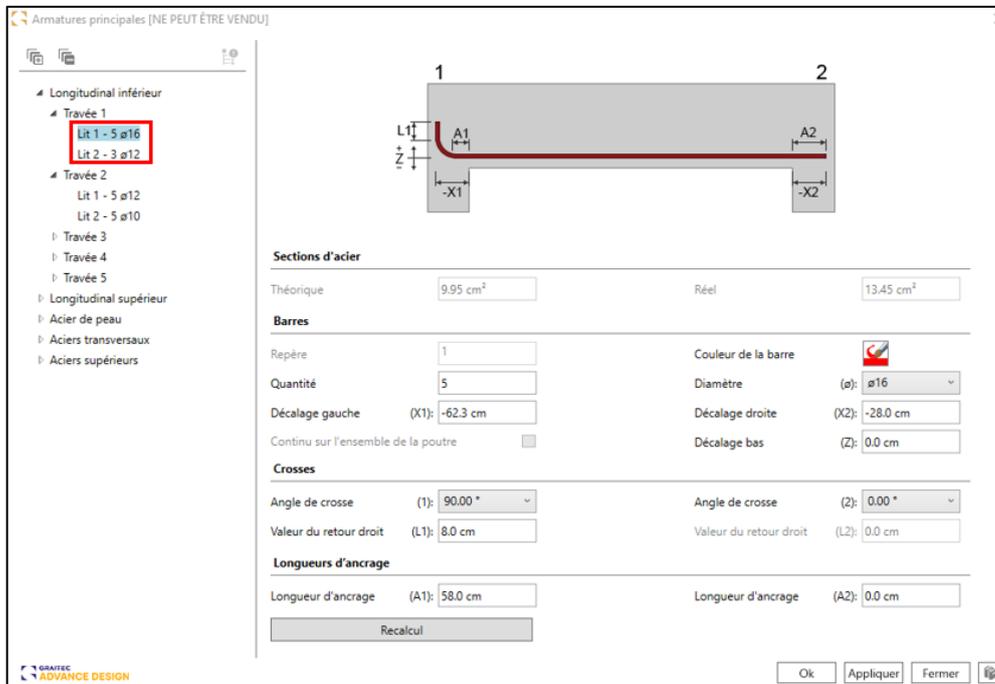


En outre, le mécanisme identique a été mis en place pour la visualisation des présentations. Cela permet de passer facilement d'un plan à un autre.



## Informations rapides sur le ferrailage dans l'arborescence

Afin de faciliter la vérification du nombre de barres et de leur diamètre, nous avons implémenté un affichage réduit visible directement depuis l'arborescence. Celui-ci détaille le nombre et le diamètre des aciers composant un lit, sous forme simplifiée (par exemple 3 Ø12).



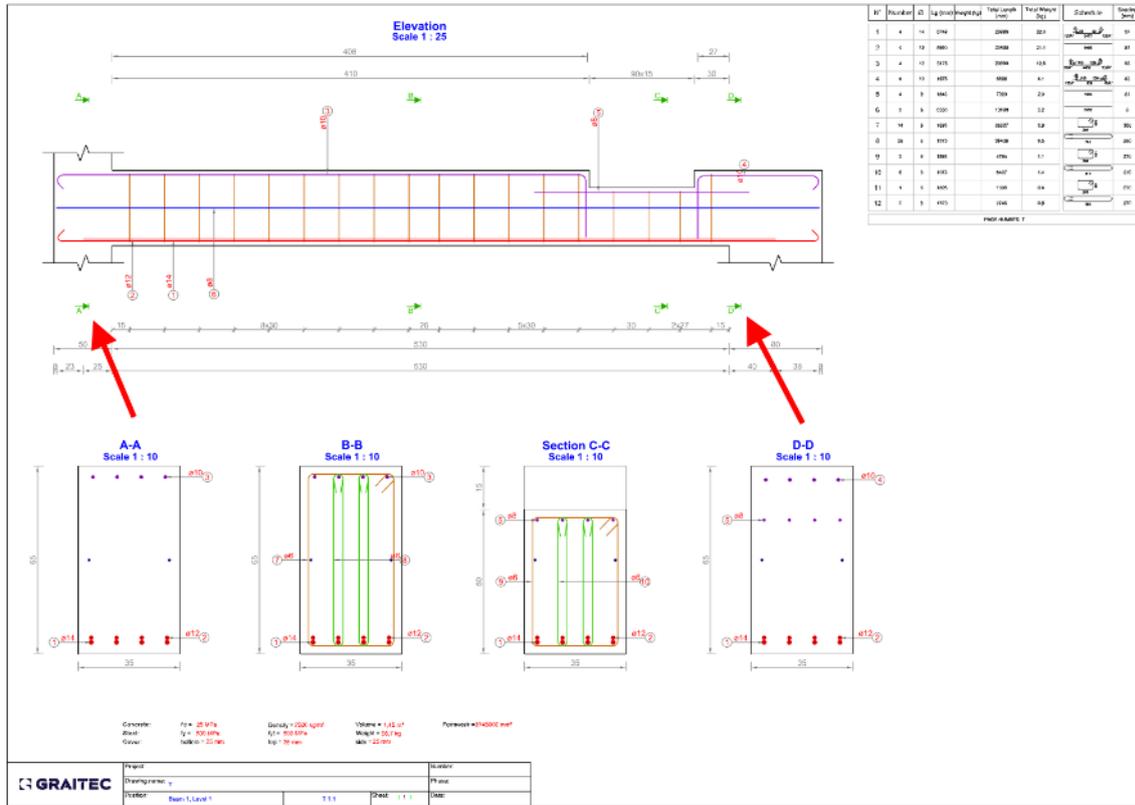
## 10.4. RC Beam - Coupes sur appuis

Possibilité de créer des coupes non seulement le long de la travée mais également sur les appuis.

Lors de la définition des coupes sur les plans de poutres, il était jusqu'à présent possible de les générer sur la longueur de la travée, c'est-à-dire entre nus des appuis. Depuis la dernière version, des coupes peuvent également être générées sur les appuis. À cet effet, il est désormais possible de définir des valeurs d'abscisses plus petites ou plus grandes que la longueur de la travée dans les propriétés. Pour le premier appui, des valeurs négatives doivent être introduites.



Pour pouvoir explicitement attribuer une coupe à une travée donnée de poutres à travées multiples, nous pouvons définir, pour une travée donnée, des coupes allant jusqu'à la moitié de la largeur de l'appui.

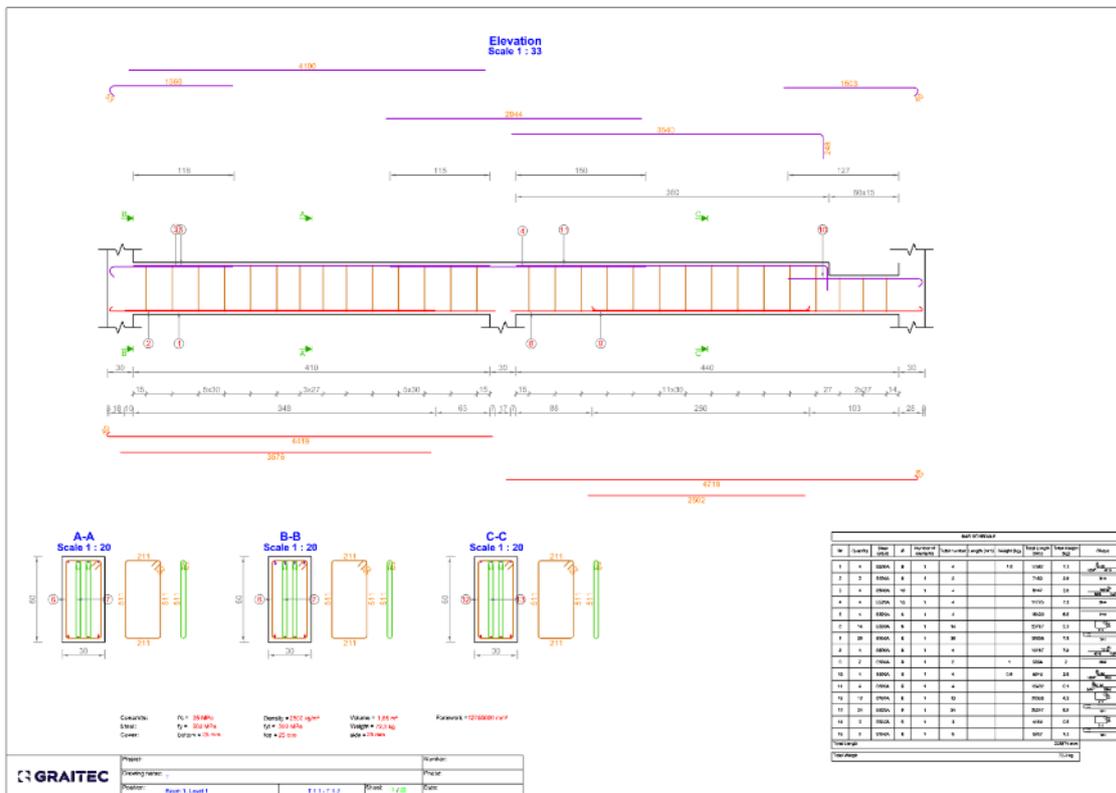
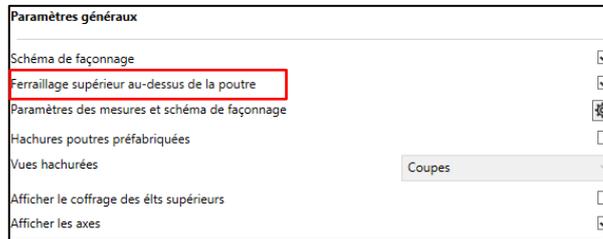


## 10.5. RC Beam - Affichage des schémas de façonnage des barres supérieures d'une poutre

Possibilité de générer sur les plans, des schémas de façonnage pour le ferrailage supérieur d'une poutre au-dessus de l'élévation de la poutre.

Lors de la création de plans pour des poutres en béton armé, nous avons la possibilité de générer les schémas de façonnage des barres d'armature directement sur le plan. Dans les vues en élévation, les schémas de façonnage étaient précédemment toujours créés en partie inférieure de la vue.

Dans la dernière version, une nouvelle option est disponible dans les propriétés des plans, qui permet de diviser les schémas de façonnage de la vue en élévation en deux groupes : les barres inférieures sont générées sous la poutre, tandis que les barres supérieures seront générées au-dessus de la poutre.

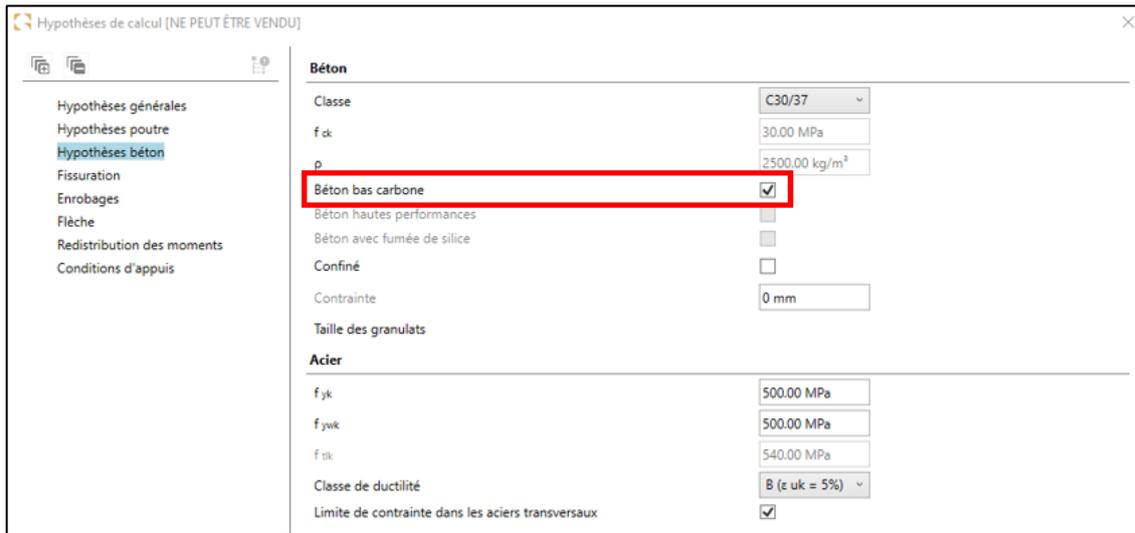


## 10.6. RC Beam - Béton bas carbone (Eurocode)

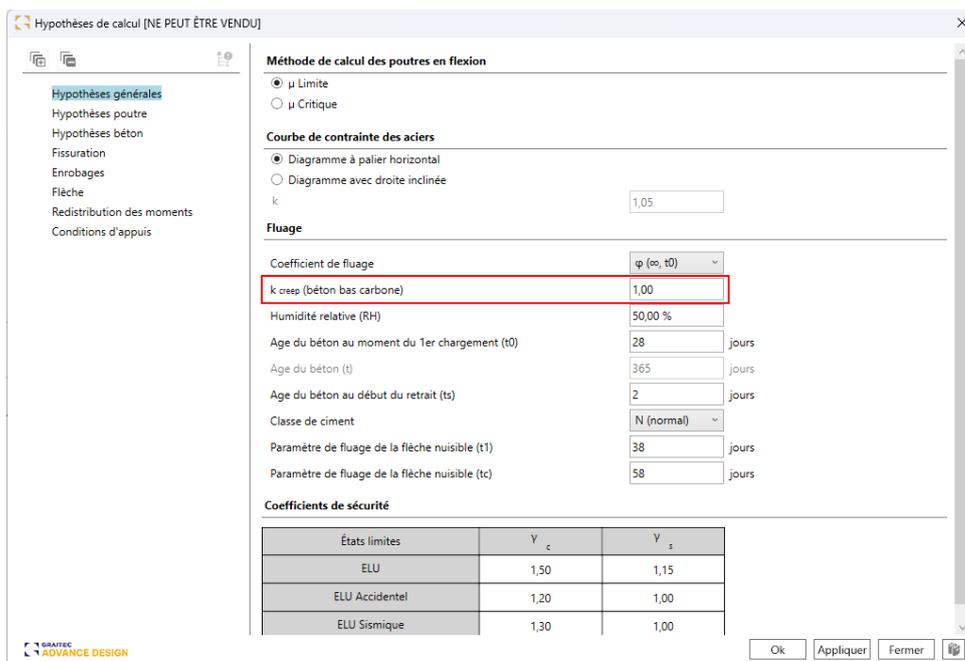
Possibilité d'inclure du béton bas carbone dans les calculs, ce qui permet de réduire l'empreinte carbone grâce à l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement.

Advance Design RC Beam 2025 permet désormais la définition de bétons bas carbone. Le béton bas carbone est un béton produit avec une empreinte carbone plus faible que le béton traditionnel.

Pour cela, une nouvelle case à cocher a été introduite dans les hypothèses relatives au béton armé :



Étant donné que le béton à faible teneur en carbone a des caractéristiques de fluage différentes, le coefficient de fluage est généralement utilisé pour tenir compte des différences. C'est pourquoi l'activation de cette option donne accès au coefficient  $k_{creep}$  dans la section Hypothèses générales :



Ce coefficient  $k_{creep}$  amplifie le coefficient de fluage :

$$\varphi_{(t,t_0)} \rightarrow k_{creep} \cdot \varphi_{(t,t_0)}$$

Cela aura un impact sur les déformations en réduisant de manière significative le module d'élasticité efficace du béton :

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + k_{creep} \cdot \varphi_{(t,t_0)}}$$

Dans la note, le chapitre sur le coefficient de fluage a été mis à jour pour montrer l'influence du coefficient  $k_{creep}$  :

| <b>1 Coefficient de fluage</b>   |  |
|--|--|
| Le calcul du coefficient de fluage est effectué conformément à l'annexe B de l'EN1992-1-1. |  |
| Humidité relative  | RH = 50.00%  |
| Temps au chargement initial (en jours)   | $t_0 = 28$   |
| Coefficient qui rend compte du développement du fluage avec le temps après chargement      | $\beta(t, t_0) = 1.0$  |
| <b>Travée 1</b>  |  |
| Taille théorique de l'élément en mm (B.6)  | $h_0 = \frac{2Ac}{u} = \frac{2 \times 1500.00 \text{ cm}^2}{1700 \text{ mm}} = 176.47 \text{ mm}$  |
| Influence de l'humidité (B.3a)   | $\varphi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} = 1 + \frac{1 - 50.00 \%}{0.1 \times \sqrt[3]{176.47}} = 1.89$  |
| Influence de la résistance du béton (B.4)  | $\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16.8}{\sqrt{33.00}} = 2.92$  |
| Age de la charge $t_0$ , en considérant l'effet du type de ciment (B.9), en jours          | $t_{0,c} = t_0 \cdot \left[ \frac{9}{2 + (t_0)^{1.2}} + 1 \right]^{\alpha} = 28.00 \times \left[ \frac{9}{2 + 28.00^{1.2}} + 1 \right]^{0.00} \geq 0.5$<br>$t_{0,c} = 28.00$ |
| Influence de la maturité du béton (B.5)  | $\beta(t_0) = \frac{1}{0.1 + (t_{0,c})^{0.2}} = \frac{1}{0.1 + (28.00)^{0.2}} = 0.49$  |
| Coefficient de fluage à long terme (B.2)   | $\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1.89 \times 2.92 \times 0.49 = 2.70$  |
| Coefficient de béton à faible teneur en carbone  | $k_{creep} = 3.00$   |
| Coefficient de fluage (B.1)  | $\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta(t, t_0) \cdot k = 2.702 \times 1.000 \times 3.000 = 8.105$  |

Dans l'exemple ci-dessous, on peut voir l'impact de  $k_{creep} = 3$  sur le module à long terme d'un béton C25/30 bas carbone, conduisant à :

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + k_{creep} \cdot \varphi_{(t,t_0)}} = \frac{31476}{1 + 3 \times 2,702} = 3457 \text{ MPa}$$

| <b>Combinaison</b>                                     | <b>110: 1x[1 G]+0.3x[2 Q]</b>             |
|--|---|
| Abscissa de flèche maximale                            | $x = 3500 \text{ mm}$                     |
| Moment fléchissant                                     | $M = 106.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$      |
| Moment de fissuration                                  | $M_{cr} = 107.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$ |
| Distance entre axes appui                              | $L = 7300 \text{ mm}$                     |
| Coefficient d'équivalence                              | $\alpha_c = 57.86$                        |
| Résistance moyenne à la traction (en flexion) du béton | $f_{ctm,fl} = 2.56 \text{ MPa}$           |
| Module d'élasticité du béton                           | $E_{c,eff} = 3456.79 \text{ MPa}$         |
| Position neutre de l'axe (non-fissuré)                 | $v_h = 403 \text{ mm}$                    |
| Inertie non fissurée                                   | $I_h = 825951.41 \text{ cm}^4$            |

La flèche est alors plus importante pour un béton bas carbone que pour un équivalent en béton ordinaire :

| Flèche totale |        |                  |         |        |
|---------------|--------|------------------|---------|--------|
| Travée        | f      | f <sub>max</sub> | Ratio   | Statut |
|               | (mm)   | (mm)             | (%)     |        |
| 1             | -21 mm | 29 mm            | 72.98 % | Réussi |

Béton bas carbone ( $k_{creep} = 3$ )

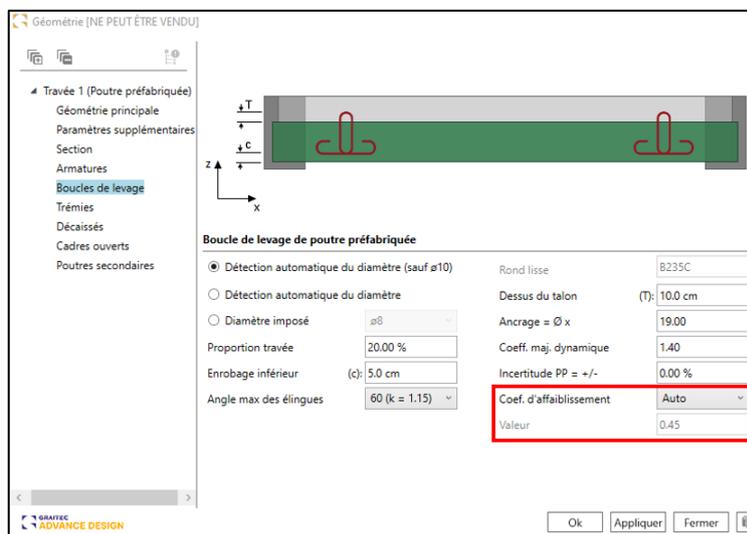
| Flèche totale |        |                  |         |        |
|---------------|--------|------------------|---------|--------|
| Travée        | f      | f <sub>max</sub> | Ratio   | Statut |
|               | (mm)   | (mm)             | (%)     |        |
| 1             | -14 mm | 29 mm            | 47.30 % | Réussi |

Béton ordinaire

### 10.7. RC Beam - Coefficient d'affaiblissement des boucles pour les poutres préfabriquées

Possibilité d'imposer la valeur du coefficient d'affaiblissement des boucles de levage pour les poutres préfabriquées.

Dans le cas des poutres préfabriquées, RC Beam 2025 offre désormais plus de contrôle sur le coefficient d'affaiblissement des boucles de levage.



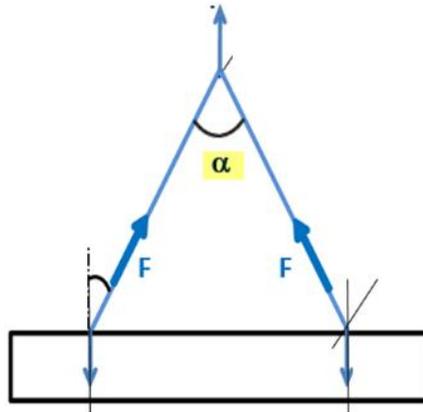
Le coefficient de sécurité  $\gamma_w$  est utilisé pour calculer les diamètres d'armature requis :

$$\text{Diamètre nécessaire des boucles} \quad \frac{F_{Max}}{9.81 \cdot (1 - \gamma_w)} = \frac{7.12 \text{ kN}}{9.81 \cdot (1 - 0.45)} = \frac{7.12 \text{ kN}}{5.39 \text{ kN}} = 1.32 < 2.26 \rightarrow$$

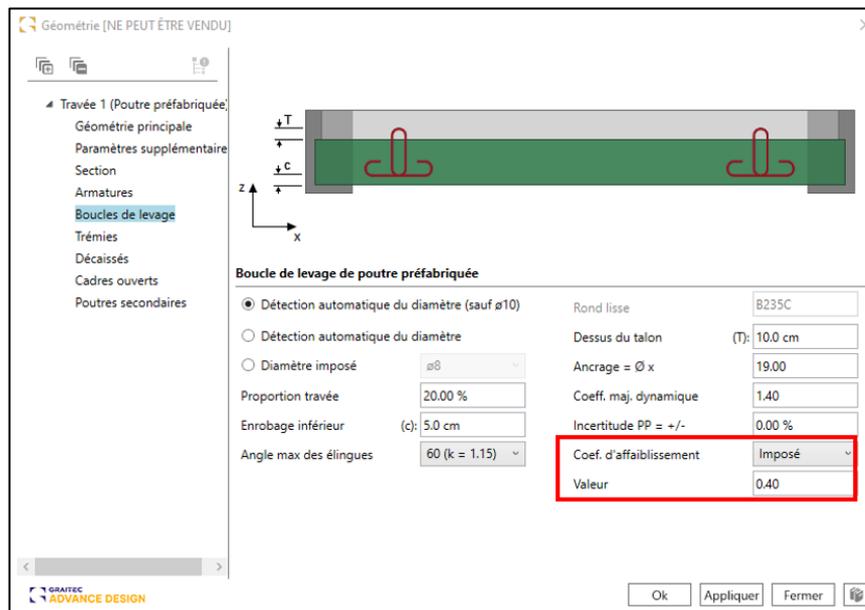
$$\rightarrow D_{req} = 12 \text{ mm}$$

La détermination automatique reste possible, lorsque le coefficient  $\gamma_w$  dépend de l'angle  $\alpha$  au niveau de la boucle de levage :

$$\gamma_w = \frac{\alpha}{20} \times 15\%$$



En outre, la version 2025 offre désormais la possibilité aux utilisateurs d'imposer la valeur de  $\gamma_w$  ou de l'ignorer complètement.



**10.8. RC Beam - Amélioration du chapitre sur les aciers de torsion dans les notes**

Mise à jour du chapitre sur le ferrailage de torsion dans la note avec une vérification de l'espacement des cadres.

L'une des vérifications supplémentaires effectuées au cours de l'analyse du ferrailage en torsion est la vérification de l'espacement des cadres, qui permet de vérifier si l'espacement réel est inférieur à l'espacement théorique. Les détails de cette vérification sont présentés dans la note détaillée à la fin du chapitre sur les aciers de torsion. La vérification est disponible pour toutes les normes prises en charge.

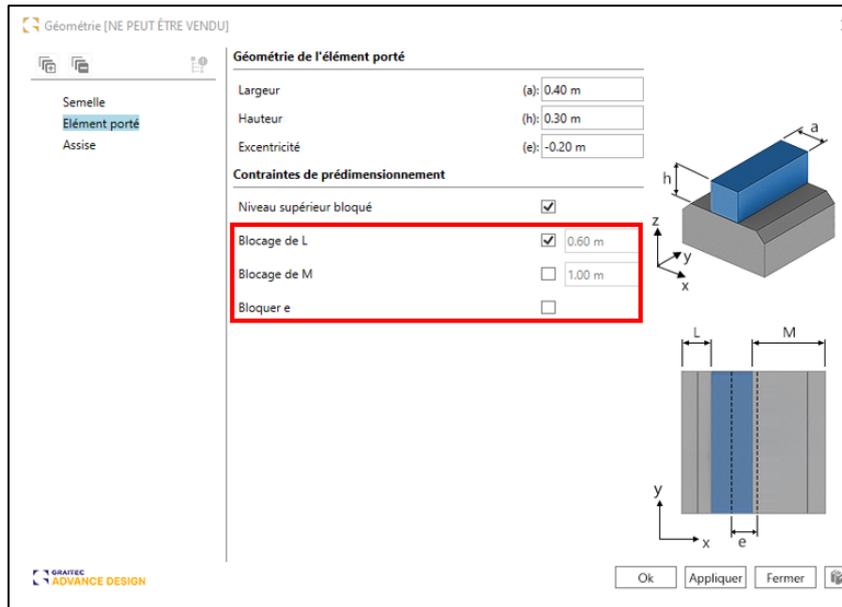
|   |  |
|---|--|
|   | $V_{Rd,max} = 360.45 \text{ kN}$   |
| Moment de torsion résistant de calcul (§6.30)   | $T_{Rd,max} = 2v_1 \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef,i} \cdot \sin(\theta) \times \cos(\theta)$<br>$T_{Rd,max} = 2 \times 0.54 \times 1.00 \times 16.67 \text{ MPa} \times 533.57 \text{ cm}^2 \times 72 \text{ mm}$<br>$\times \sin(45.00^\circ) \times \cos(45.00^\circ) = 34.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$ |
| Ratio max de résistance d'un élément soumis aux sollicitations d'effort tranchant et de torsion (§6.29) | $\frac{ T_{Ed} }{T_{Rd,max}} + \frac{ V_{Ed} }{V_{Rd,max}} = \frac{ 9.45 \text{ kN} \cdot \text{m} }{34.82 \text{ kN} \cdot \text{m}} + \frac{ 106.09 \text{ kN} }{360.45 \text{ kN}} = 0.57 \leq 1$   |
|   | <b>Réussi</b>  |
| Vérification de l'espacement des cadres (paquet 4)  | $S_{real} < S_{theo}: 15.0 \text{ cm} < 17.5 \text{ cm}$   |
|   | <b>Réussi</b>  |

**10.9. RC Footing - Amélioration du prédimensionnement des semelles continues**

Possibilité d'effectuer un prédimensionnement pour les fondations continues, en considérant des limitations relatives à la largeur de la semelle dans chaque direction, ainsi qu'avec la possibilité de spécifier une excentricité spécifique.

Lors de l'analyse des semelles filantes, il y a des situations où le calculateur n'a pas toute latitude pour déterminer les dimensions de la fondation et doit utiliser une forme de section asymétrique. Cette situation est généralement due à des restrictions liées, par exemple, à la limite de la parcelle ou à la présence d'autres fondations. Par ailleurs, il arrive qu'une forme asymétrique de la fondation soit plus appropriée en raison d'une excentricité.

Pour faciliter le prédimensionnement de la fondation dans le module RC Footing, nous disposons, à partir de la dernière version, d'un ensemble de nouvelles options qui facilitent l'introduction de contraintes dimensionnelles. Elles permettent de dimensionner la semelle tout en conservant une forme asymétrique/excentrée. Les nouvelles options sont disponibles dans l'onglet *Élément porté* de la fenêtre *Géométrie*.



Il existe trois nouvelles options :

- **Blocage de L** - Bloque la dimension entre le nu extérieur gauche de la semelle et l'élément porté.
- **Blocage de M** - Bloque la dimension entre le nu extérieur droit de la semelle et l'élément porté.
- **Bloquer e** - Bloque l'écart entre les deux axes (celui de la semelle et de l'élément porté)

Ces options sont antagonistes et ne peuvent pas être activées simultanément.

### 10.10.RC Column - Améliorations liées à la vérification au feu (Eurocode)

Ensemble d'améliorations liées aux vérifications au feu des poteaux, y compris : l'affichage dans le panneau d'information d'un ensemble de résultats additionnels provenant de la vérification au feu, des vérifications additionnelles, de notes plus détaillées, des messages d'avertissement supplémentaires.

Afin de mieux contrôler la portée et les paramètres de la vérification au feu selon l'Eurocode, plusieurs améliorations liées à la vérification et à la présentation des résultats ont été introduites.

### Ajout du résultat de la vérification au feu dans le panneau d'information

Pour accélérer la vérification des calculs effectués, le panneau d'information fournit désormais un résumé des résultats de l'analyse au feu.

| Coefficient de flambement | 0.70                    |                         | 0.70                     |              |                      |                       |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| Longueur de flambement    | 2.17 m                  |                         | 2.17 m                   |              |                      |                       |
| Élancement                | 18.79                   |                         | 25.06                    |              |                      |                       |
| Armatures                 | Réel                    | Théorique               | Ratio                    | Combinaison  | Amin                 | Amax                  |
| Longitudinal supérieur    | 3.14 cm <sup>2</sup>    | 2.40 cm <sup>2</sup>    | 76.39%                   | 101: 1x[1 G] | 2.40 cm <sup>2</sup> | 48.00 cm <sup>2</sup> |
| Longitudinal inférieur    | 3.14 cm <sup>2</sup>    | 2.40 cm <sup>2</sup>    | 76.39%                   | 101: 1x[1 G] | 2.40 cm <sup>2</sup> | 48.00 cm <sup>2</sup> |
| Transversal suivant X     | 3.04 cm <sup>2</sup> /m | 0.00 cm <sup>2</sup> /m | 0.0%                     | -            |                      |                       |
| Transversal suivant Y     | 3.04 cm <sup>2</sup> /m | 0.00 cm <sup>2</sup> /m | 0.0%                     | -            |                      |                       |
| <b>Calcul au feu</b>      | <b>Coupe feu</b>        |                         | <b>Résistance au feu</b> |              | <b>TX</b>            |                       |
|                           | 106.97                  |                         | 60                       |              | 56.09%               |                       |

**Vérification des dimensions minimales/de l'enrobage minimal du béton conformément au tableau 5.2a**

La vérification des dimensions minimales/de l'enrobage minimal du béton conformément au tableau 5.2a, 5.3.2 Méthode A de l'EN 1992-1-2 a été implémentée avec des messages d'avertissement appropriés dans le panneau d'information et la note.

| Type | Détails   | Valeur | Limite |
|------|---|--------|--------|
| ⊗    | Feu : Résistance du poteau insuffisante (EN 1992-1-2 §5.3.2, Méthode A)                           | 73.87  | 120.00 |
| ⚠    | Feu : la taille du poteau est inférieure à la valeur minimale. (EN 1992-1-2, 5.3.2, tableau 5.2a) | 0.20 m | 0.35 m |
| ⚠    | Feu : l'enrobage du béton est inférieur à la valeur minimale. (EN 1992-1-2, 5.3.2, tableau 5.2a)  | 0.04 m | 0.05 m |
| ⚠    | Feu : le nombre de barres est inférieur à la valeur minimale. (EN 1992-1-2, 5.3.2, tableau 5.2a)  | 4.00   | 8.00   |

Par conséquent, le contenu de la note a été étendu pour inclure un nouveau chapitre qui présente les conditions du tableau 5.2a (dimensions minimales, enrobage minimal du béton) afin de vérifier si elles sont satisfaites :

| Vérification des dimensions minimales/de l'enrobage minimal du béton conformément au tableau 5.2a |  |
|---|--|
| Vérification des dimensions minimales   | $\min(b, h) \geq b_{\min} : 300 \text{ mm} \geq 250 \text{ mm}$<br><b>Réussi</b> |
| Enrobage minimal réglementaire  | $c \geq c_{\min} : 37 \text{ mm} \geq 40 \text{ mm}$<br><b>Échoué</b>            |

En revanche, si la vérification du tableau 5.2a ne peut pas être utilisée, les conditions qui la rendent impossible sont présentées (seules les conditions qui ne sont pas remplies sont affichées ici).

| Vérification des dimensions minimales/de l'enrobage minimal du béton conformément au tableau 5.2a  |  |
|--|--|
| Le tableau ne peut pas être utilisé pour vérifier les dimensions minimales/l'enrobage minimal du béton car les conditions suivantes ne sont pas remplies : |  |
| Condition de longueur efficace   | $l_{0,i} \leq 3 \text{ m} : 3.36 \text{ m} \leq 3 \text{ m}$ |
| Condition d'excentricité   | $e_{0,i} \leq e_{\max} : 52 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm}$   |

**Informations complémentaires dans la note**

Dans le rapport détaillé, le chapitre consacré aux résultats de la vérification au feu a été enrichi d'informations supplémentaires :

- La valeur de la distance entre l'axe des barres longitudinales et le bord du poteau

|  |  |
|--|--|
| Distance entre l'axe des barres et le bord du poteau | $a = 37 \text{ mm}$<br>$b' = 400 \text{ mm}$ |
|--|--|

- Informations sur la condition relative à la longueur efficace au feu du poteau

|  |   |
|--|---|
| Longueur efficace du poteau utilisée pour le calcul au feu | $2 \text{ m} \leq l_{0,i} \leq 6 \text{ m}$<br>$l_{0,i} = 2.94 \text{ m}$ |
|--|---|

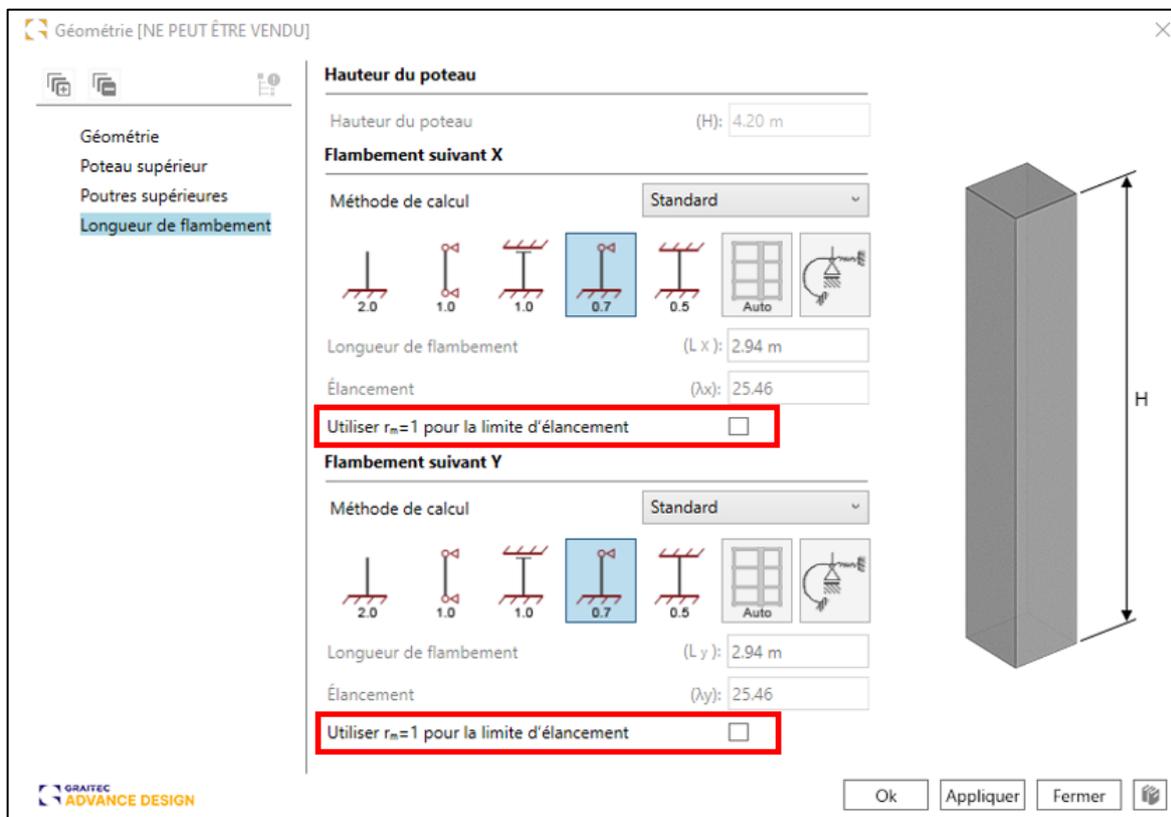
### 10.11. RC Column - Possibilité d'imposer le rapport des moments pour la limite d'élanement

**Possibilité d'imposer la valeur du rapport des moments utilisée dans les calculs de la limite d'élanement conformément à l'Eurocode.**

Dans la dernière version du module RC Column, dans l'onglet Longueur de flambement de la fenêtre des données géométriques, une option supplémentaire a été introduite pour imposer la valeur du rapport des moments  $r_m = 1$ , séparément pour les deux directions de flambement.

Selon la norme EN 1992-1-1, chapitre 5.8.3.1, la valeur  $r_m$  ne doit pas être calculée comme un rapport des moments d'extrémité de premier ordre, mais doit être considérée comme égale à 1 dans deux cas :

- Pour les éléments contreventés dans lesquels les moments du premier ordre proviennent uniquement ou sont dus à des imperfections ou à des charges transversales
- Pour les éléments non contreventés en général.



Les nouvelles options ne sont pas disponibles pour l'annexe nationale allemande (dont les dispositions n'incluent pas cette condition) et les normes autres que l'Eurocode.

## 10.12. RC Slab - Amélioration des performances du module

**Amélioration du confort de travail grâce à une amélioration significative de la vitesse du module, notamment lors de l'édition et la génération de ferrillages pour les modèles comportant de nombreux éléments finis.**

Dans les versions précédentes du module RC Slab, l'analyse de certains modèles de dalles, en particulier ceux comportant de nombreux éléments finis et de nombreuses combinaisons, posait souvent des problèmes de fonctionnement importants. L'expérience utilisateur était dégradée à cause des délais nécessaires aux différents temps de calculs. Ces problèmes étaient dus aux méthodes de stockage des données utilisées pour les éléments finis.

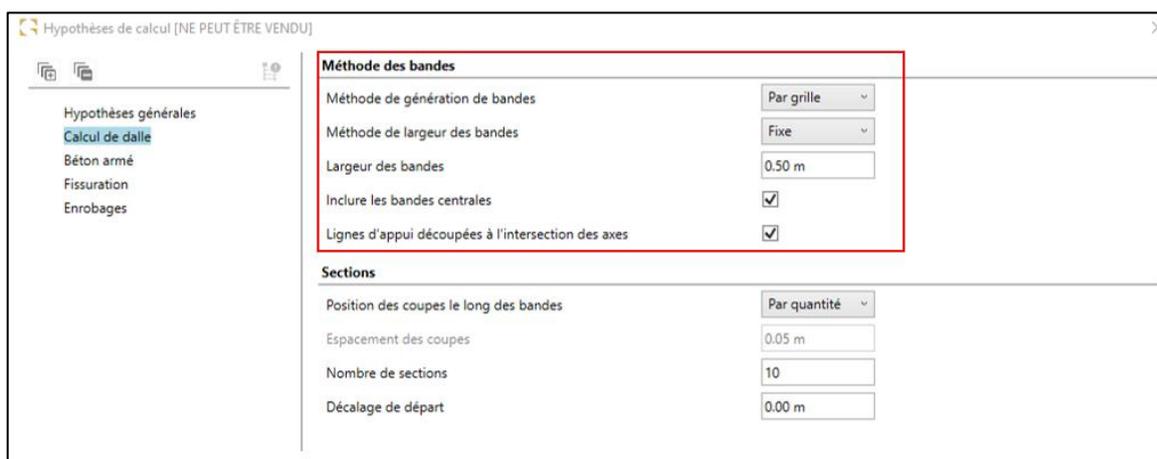
Cependant, dans la dernière version 2025 du module RC Slab, des améliorations substantielles ont été apportées aux mécanismes de stockage et de traitement des données. Les performances du module sont donc considérablement améliorées. Cette amélioration est particulièrement notable lorsqu'il s'agit de modèles de grande taille comportant de nombreux éléments finis. Des tâches telles que le chargement des données, la visualisation des résultats et la définition des zones de ferrillage fonctionnent désormais beaucoup plus rapidement.

## 10.13. RC Slab - Amélioration de la génération automatique des bandes

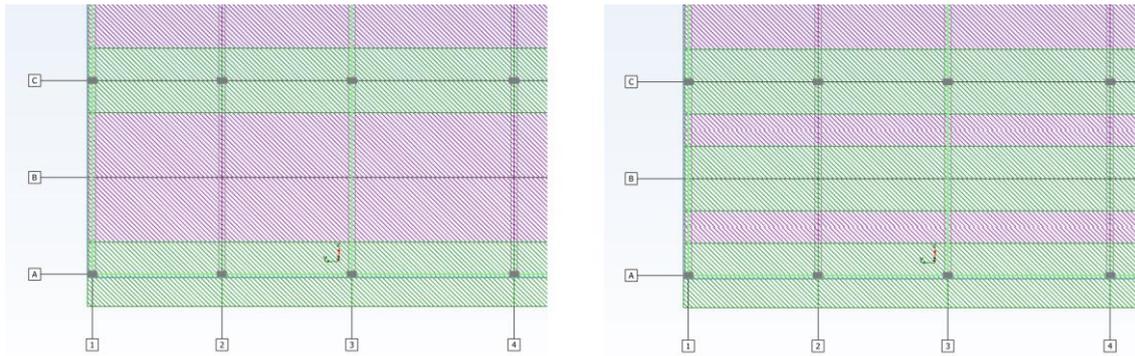
**Plusieurs mises à jour concernant la génération de bandes pour les dalles en béton armé, notamment la définition automatique des bandes suivant les règles définies dans la norme américaine ACI.**

Dans la dernière version du module RC Slab, plusieurs améliorations ont été apportées à la génération automatique des bandes sur les dalles. Les améliorations comprennent l'ajout de nouveaux paramètres ainsi que de nouveaux mécanismes qui prennent en compte la longueur et la largeur des travées pour déterminer la largeur des bandes, conformément aux règles de la norme américaine ACI.

La modification des paramètres peut être effectuée à l'aide des nouveaux paramètres de l'onglet *Calcul de dalle* de la fenêtre *Hypothèses de calcul*.

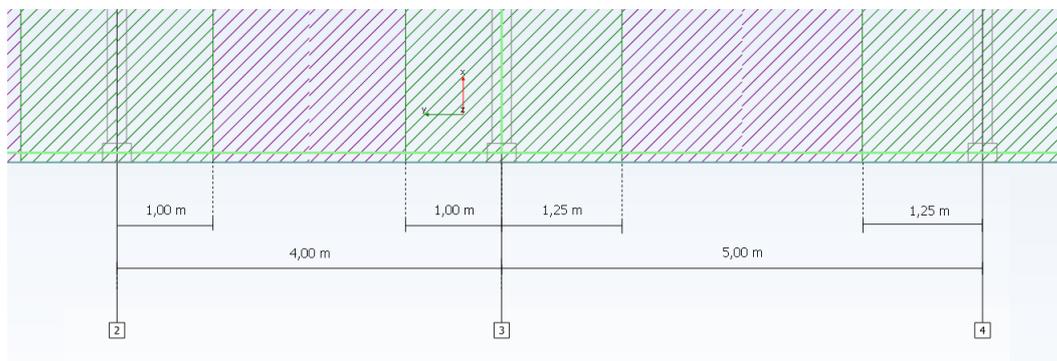


L'option *Méthode des bandes* vous permet de décider si, lors de la génération automatique des bandes, les bandes doivent être définies le long des axes structurels ou le long des lignes détectées automatiquement créées par les éléments portant la dalle. Pour améliorer le contrôle sur la génération basée sur les axes, dans la fenêtre de gestion des axes de la structure, il est possible de désactiver temporairement les axes sélectionnés afin qu'ils ne soient pas pris en compte lors de la définition des bandes.

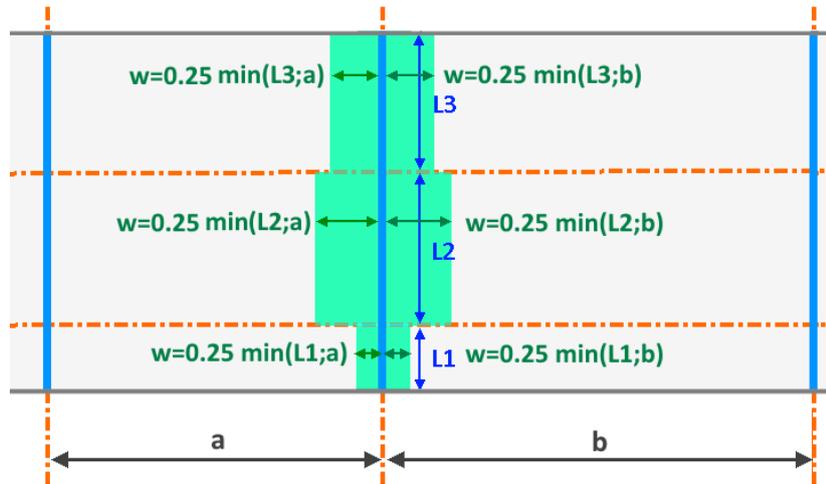


Le paramètre *Méthode de largeur des bandes* vous permet de choisir l'une des 3 méthodes de génération :

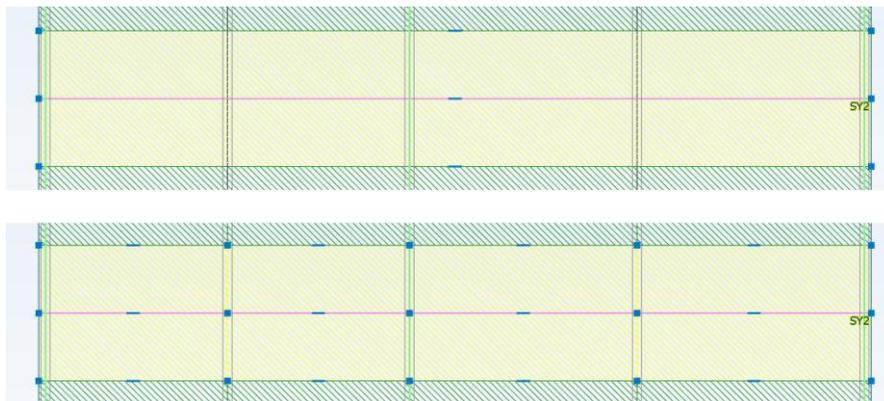
- **Fixe** - Toutes les bandes ont la même largeur, qui est utilisée par défaut pour les bandes sur appui.
- **Auto (espacement unidirectionnel)** - Les largeurs de bande sont définies en fonction de l'espacement de la grille pour la direction sélectionnée. Les largeurs gauche et droite des bandes sur appuis sont calculées séparément en utilisant l'espacement par rapport à l'axe suivant à gauche et à droite, comme la moitié de la distance par rapport à l'axe suivant (lorsque les bandes médianes ne sont pas créées) ou comme un quart de la distance par rapport à l'axe suivant (lorsque les bandes médianes sont créées).



- **Auto (espacement bidirectionnel)** - Les largeurs de bande sont définies en fonction de l'espacement de la grille dans les deux directions. **Les règles de définition automatique des largeurs de bandes suivent les dispositions de la norme ACI.** Dans cette méthode, chacune des bandes d'appui est divisée en segments si les portées et les largeurs de chaque segment sont calculées séparément pour les côtés gauche et droit. La largeur d'un segment de bande donné sur un côté est calculée comme un quart de la plus petite des deux valeurs suivantes : la distance à l'axe suivant ou la longueur du segment.



L'option *Inclure les bandes centrales* vous permet de décider de générer uniquement les bandes d'appui ou également les bandes centrales. L'option *Lignes d'appui découpées à l'intersection des axes* vous permet de décider si la bande est générée en tant qu'objet unique ou si elle est divisée en travées, ce qui influe sur la possibilité de modifier manuellement leur géométrie.



## 11. Masonry Wall

Nouvelles fonctionnalités et améliorations apportées à la dernière version du module Masonry Wall.

### 11.1. Maçonnerie confinée

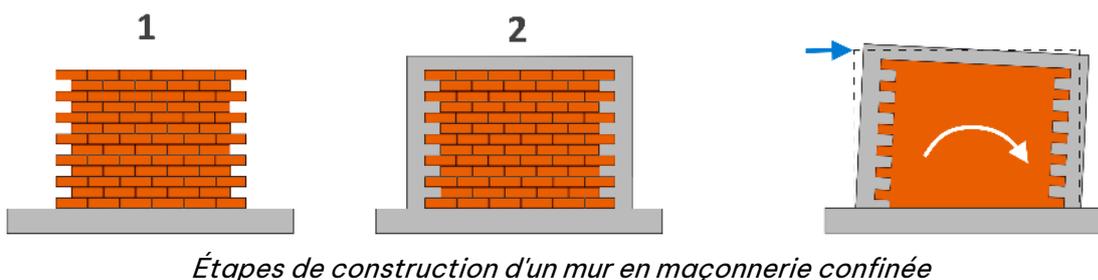
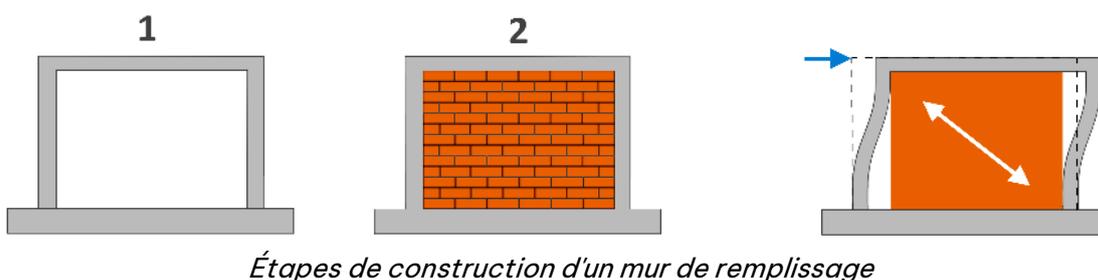
**Possibilité d'effectuer des vérifications de murs en maçonnerie liés à des poteaux en béton armé, et des vérifications de murs en maçonnerie comprenant un ferrailage.**

Advance Design Masonry Wall 2025 permet désormais de définir la maçonnerie armée et confinée. Les implémentations sont basées sur les normes EN 1996-1, CR6-2013 et les recommandations concernant la maçonnerie confinée de l'Eurocode 1996-1.

**Les murs en maçonnerie armée** sont des structures dans lesquelles des armatures sont placées à l'intérieur de la maçonnerie afin d'augmenter leur capacité de charge et réduire leur tendance à se fissurer. Ils sont plus stables et peuvent supporter des charges plus importantes que les murs en maçonnerie non armée.

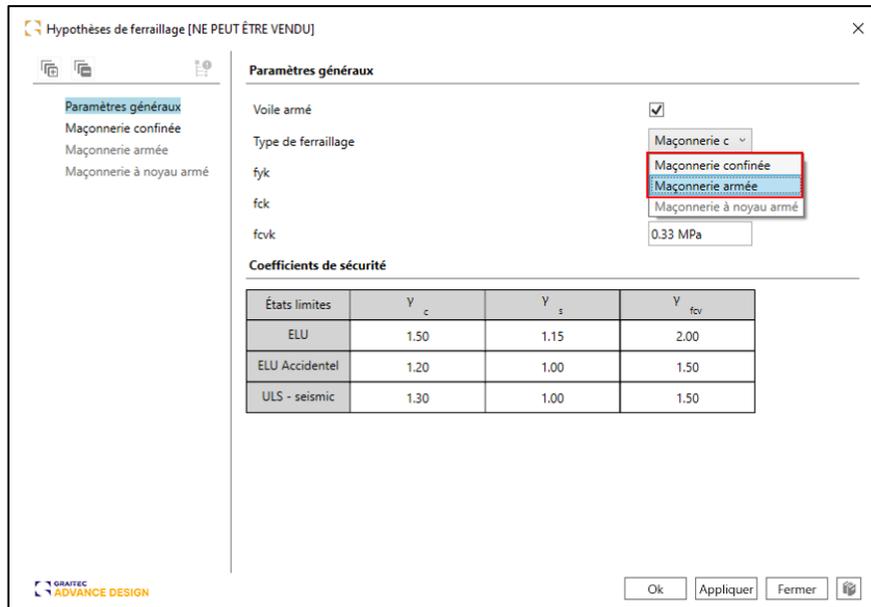
**Les murs en maçonnerie confinée** sont des structures dont les déformations ont été limitées verticalement et horizontalement par une structure en béton armé ou en maçonnerie armée adjacente. Ceci est assuré par la bonne liaison des murs à la charpente, généralement par l'utilisation d'un renfort ainsi que par la mise en œuvre en quinconce des éléments de maçonnerie.

Il convient de mentionner que la maçonnerie confinée est différente d'un remplissage de maçonnerie à l'intérieur d'un portique en béton armé. Dans les constructions en maçonnerie confinée, les murs en maçonnerie supportent les charges (y compris les charges sismiques) et le béton est utilisé pour confiner les murs, tandis que dans les bâtiments à ossature en béton avec remplissages, les ossatures en béton supportent les charges. Pour assurer l'interaction du mur confinée avec les éléments en béton armé, une méthode de construction différente est employée. Dans les structures à ossature avec murs de remplissage, l'ossature en béton armé est construite en premier, suivi du remplissage. Dans le cas des murs confinés, l'ordre est inversé - les murs sont construits en premier, et les poteaux et les poutres sont coulés ensuite pour enfermer (confiner) le mur.



## Paramètres généraux

L'activation de la vérification du ferrailage et la sélection du type sont disponibles dans la nouvelle fenêtre Hypothèses de ferrailage :

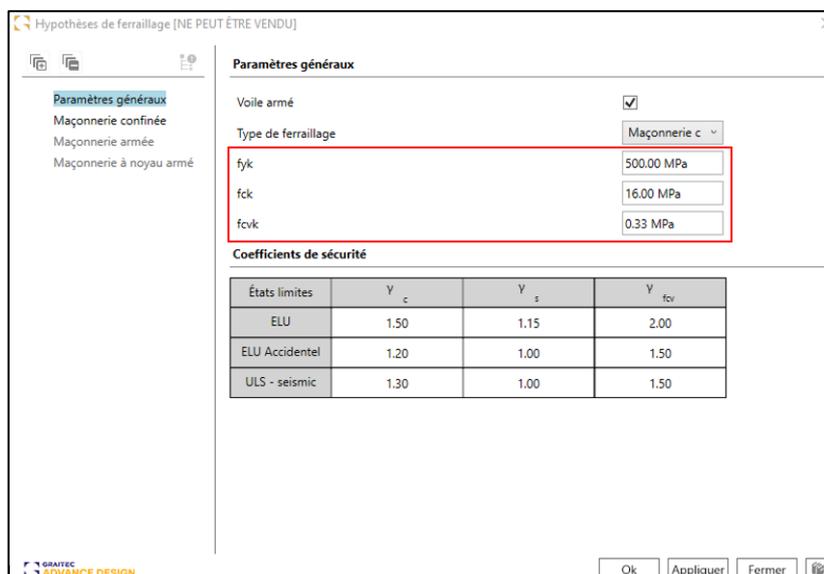


La disponibilité d'un type particulier dépend de la norme de calcul choisie et du type de section :

- La *maçonnerie confinée* est disponible pour les normes EC6 et CR6-2013, mur à paroi simple et mur à paroi simple raidie.
- La *maçonnerie armée* est disponible pour la norme EC6, mur à paroi simple et mur à paroi simple raidie.
- La *maçonnerie à noyau armé* est disponible pour la norme CR6-2013, murs creux remplis.

Dans la boîte de dialogue des hypothèses de ferrailage, nous pouvons également définir :

- $f_{yk}$  : Limite d'élasticité caractéristique des armatures
- $f_{ck}$  : Résistance caractéristique à la compression du béton de remplissage
- $f_{cvk}$  : Résistance caractéristique au cisaillement du béton de remplissage

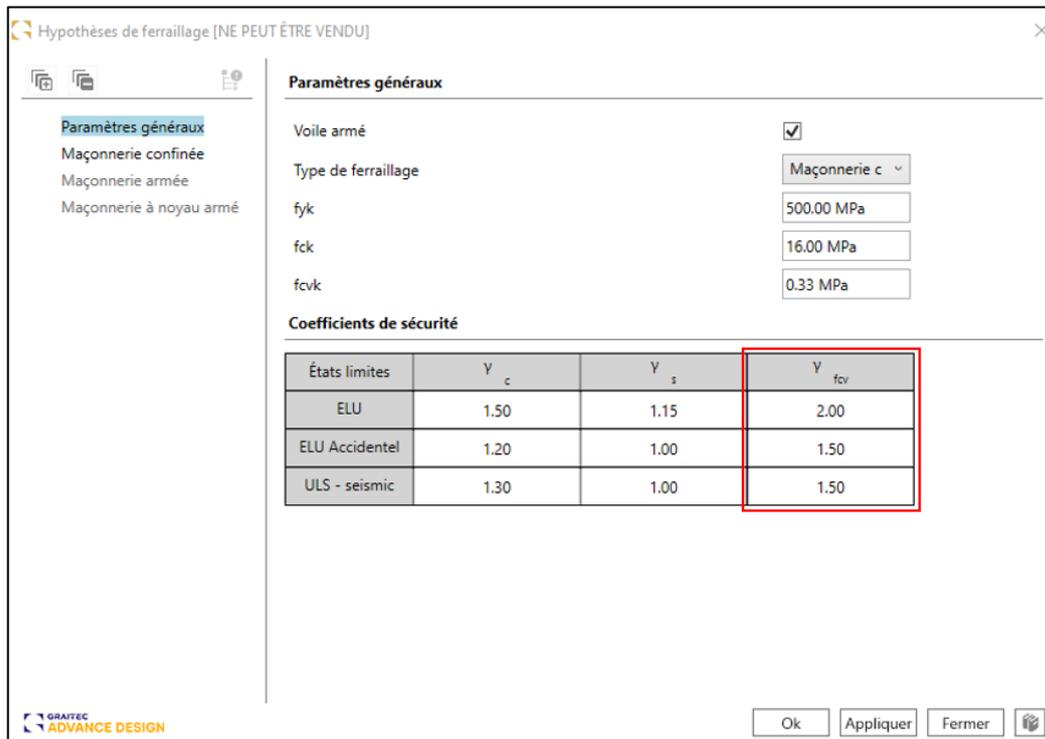


Les valeurs typiques de  $f_{ck}$  et  $f_{cvk}$  pour le remplissage en béton peuvent être extraites du tableau 3.2 de l'EN 1996-1-1 :

| Classe de résistance du béton  | C12/15 | C16/20 | C20/25 | C25/30 ou plus |
|--------------------------------|--------|--------|--------|----------------|
| $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )  | 12     | 16     | 20     | 25             |
| $f_{cvk}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | 0,27   | 0,33   | 0,39   | 0,45           |

**Tableau 3.2 - Résistances caractéristiques du béton de remplissage**

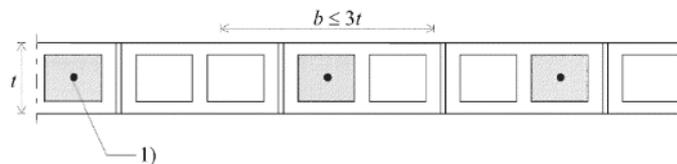
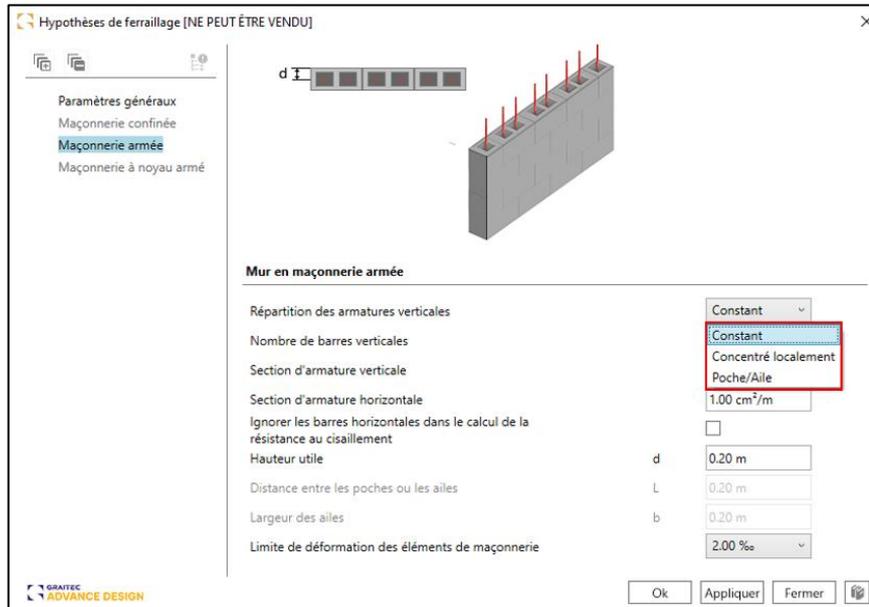
La partie sur les coefficients de sécurité est complétée par un coefficient partiel  $\gamma_{fcv}$  relatif au poteau pour le remplissage en béton à prendre en compte pour les combinaisons ELU, accidentelles et sismiques :



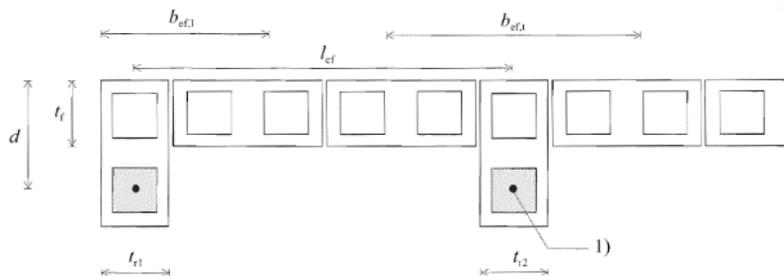
Maçonnerie armée

Lorsqu'il est réglé sur *Maçonnerie armée*, le ferrailage vertical peut être :

- Réparti uniformément le long du mur
- Concentré localement (selon Fig. 6.5 de la norme EN 1996-1-1)
- Disposés en ailes (selon la Fig. 6.6 de l'EN 1996-1-1)

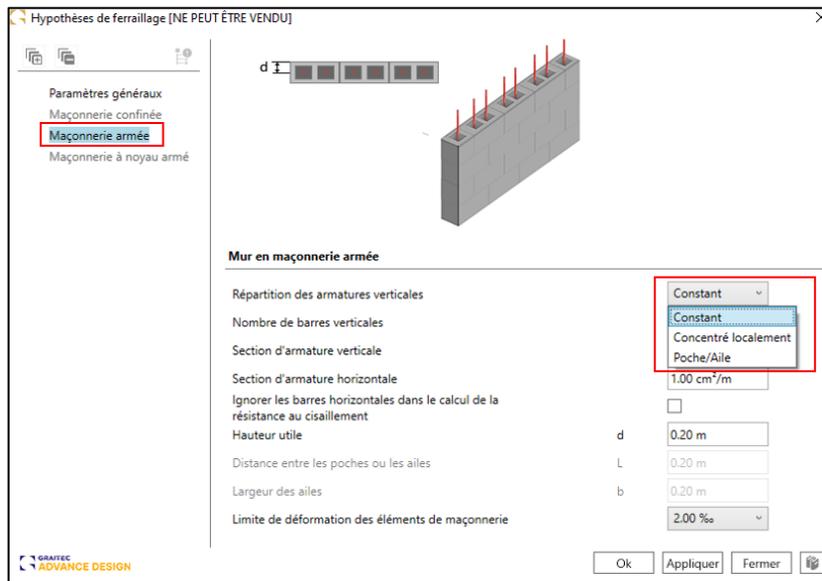


Coupe d'un mur avec ferrailage localement concentré



Coupe d'un mur traité comme un élément armé avec ailes

Les utilisateurs peuvent définir le ferrailage vertical et horizontal, en cm<sup>2</sup>/m.

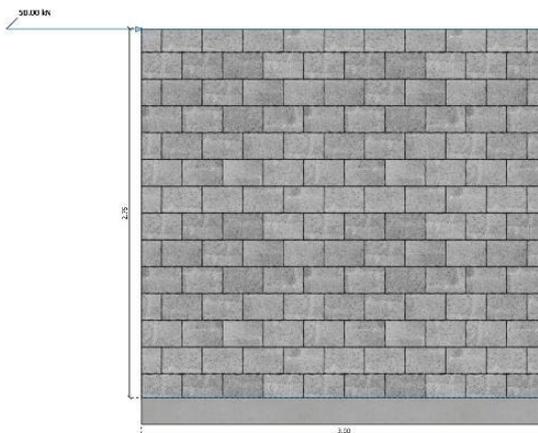


Le ferrailage défini par les utilisateurs aura un effet bénéfique sur diverses vérifications, notamment une vérification de mur soumis à une charge de cisaillement dans le plan et soumis à une flexion.

Par exemple, pour un mur de maçonnerie soumis à une charge de cisaillement dans le plan :

- Le ferrailage vertical empêchera tout soulèvement du mur, ce qui augmentera la longueur comprimée  $L_c$ .
- Le ferrailage horizontal contribuera à la résistance au cisaillement  $V_{Rd}$ .

Dans l'exemple ci-dessous, la résistance à l'effort de cisaillement peut être améliorée en considérant une section minimale de ferrailage (0,05% de la section du mur).



| Charges de cisaillement (dans le pl) | Combinaison            | Section critique | VEd      | VRd      | TX      |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|----------|----------|---------|
| VEd < VRd                            | 103: 1x[1 G]+1.5x[2 Q] | Coupe médiane    | 75.00 kN | 32.71 kN | 229.26% |

*Maçonnerie non armée*

| Charges de cisaillement (dans le pl) | Combinaison            | Section critique | VEd      | VRd       | TX     |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|----------|-----------|--------|
| VEd < VRd                            | 103: 1x[1 G]+1.5x[2 Q] | Coupe médiane    | 75.00 kN | 167.97 kN | 44.65% |

*Maçonnerie armée*

Cette vérification est correctement documentée dans la note de calcul :

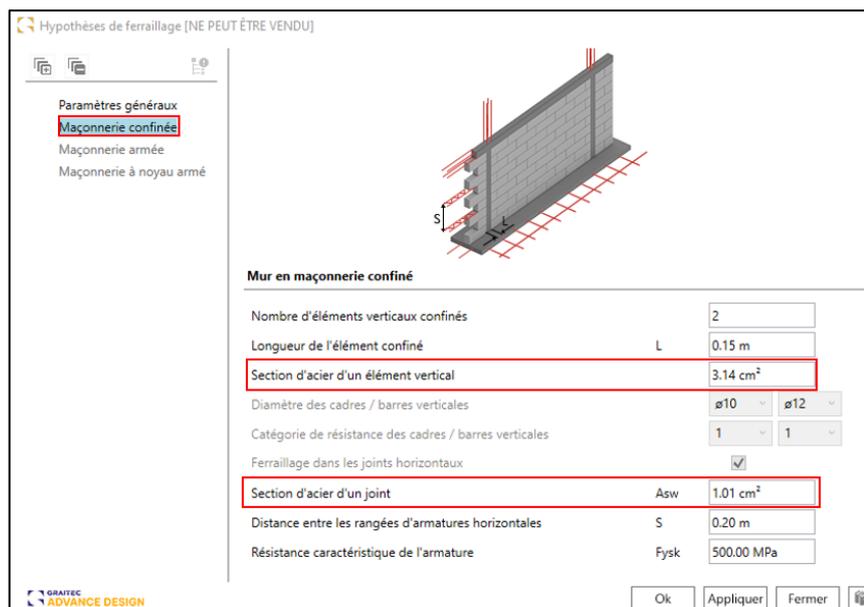
| Vérification d'un mur soumis à une charge de cisaillement (dans le plan) |       |                  |          |          |         |        |
|--|-------|------------------|----------|----------|---------|--------|
| Paroi  | Comb. | Section critique | $V_{Ed}$ | $V_{Rd}$ | TX      | statut |
|  |       |                  | (kN)     |          |         |        |
| -  | 103   | Milieu           | 75.00    | 167.97   | 44.65 % | Réussi |

|  |   |
|--|---|
| <b>Section critique</b>  | <b>Milieu du mur</b>  |
| <b>Combinaison</b>   | 103: 1x[1 G]+1.5x[2 Q]  |
| <b>Vérification</b>  | $V_{Ed} < V_{Rd}$   |
| Valeur de calcul de la charge de cisaillement appliquée au mur   | $V_{Ed} = 75.00$ kN   |
| Valeur de calcul de la résistance au cisaillement du mur<br>(EN 1996-1-1 (eq. 6.36))                     | $V_{Rd} = \min\left\{\frac{V_{Rd1} + V_{Rd2}}{V_{Rd,lim}}\right\} = \min\left\{\frac{60.36 \text{ kN} + 107.61 \text{ kN}}{1200.00 \text{ kN}}\right\} = 167.97$ kN     |
| Valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la maçonnerie non-armée<br>(EN 1996-1-1 (eq. 6.35)) | $V_{Rd1} = f_{td} \cdot t \cdot l_c = 0.10 \text{ MPa} \times 200 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm} = 60.36$ kN   |
| Valeur de calcul de la contribution de l'armature<br>(EN 1996-1-1 (eq. 6.37))                            | $V_{Rd2} = 0.9 \cdot h \cdot A_b \cdot f_{yd}$<br>$V_{Rd2} = 0.9 \times 2750 \text{ mm} \times 1.00 \text{ cm}^2/\text{m} \times 434.78 \text{ MPa} = 107.61$ kN        |
| Résistance au cisaillement limite du mur en maçonnerie<br>(EN 1996-1-1 (eq. 6.38))                       | $V_{Rd,lim} = 2.00 \text{ MPa} \cdot A_w = 2.00 \text{ MPa} \times 0.60 \text{ m}^2 = 1200.00$ kN   |
| Valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la maçonnerie<br>(EN 1996-1-1 (2.4.1) et (3.6.2))   | $f_{td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_M} = \frac{f_{tk0} + 0.4 \cdot \sigma_D}{\gamma_M}$<br>$f_{td} = \frac{0.20 \text{ MPa} + 0.4 \times 0.05 \text{ MPa}}{2.20} = 0.10$ MPa |
| Résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie  | $f_{tk} = 0.22$ MPa   |
| Épaisseur du mur   | $t = 200$ mm  |
| Longueur du mur  | $l_w = 3000$ mm   |
| Section de ferrailage horizontal   | $A_b = 1.00$ cm <sup>2</sup> /m   |
| Résistance de l'acier dans le poteau comprimé  | $f_{td} = 434.78$ MPa   |
| Vérification   | $V_{Ed} < V_{Rd}$ : 75.00 kN < 167.97 kN<br>44.65 % (Réussi)  |

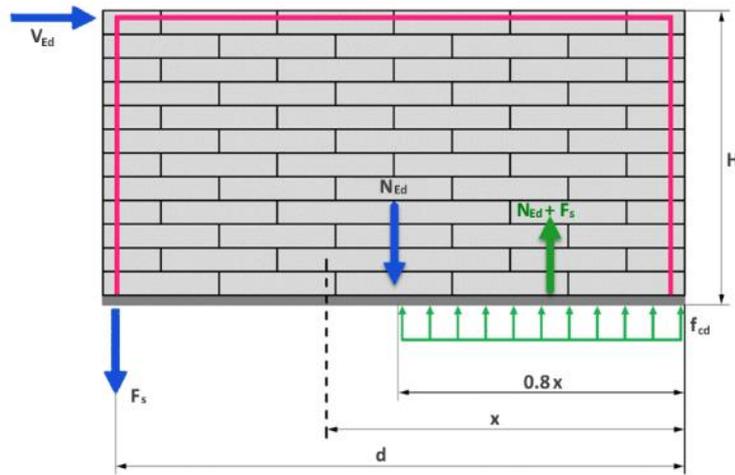
## Maçonnerie confinée

Lorsque l'option est réglée sur *Maçonnerie confinée*, les utilisateurs définissent le ferrailage dans un élément de confinement, dans les directions verticales et horizontales.



Le ferrailage défini par les utilisateurs à un effet bénéfique sur diverses vérifications, y compris la vérification des murs chargés principalement verticalement, et la vérification des murs soumis à des charges de cisaillement dans le plan et à la flexion.

Quant à la vérification du renversement, elle est effectuée sur la base du diagramme ci-dessous :



L'équilibre des efforts permet de déterminer la position de l'axe neutre (x).  
Ensuite, l'équilibre des moments permet de déterminer le moment résistant ( $M_{Rd}$ ).

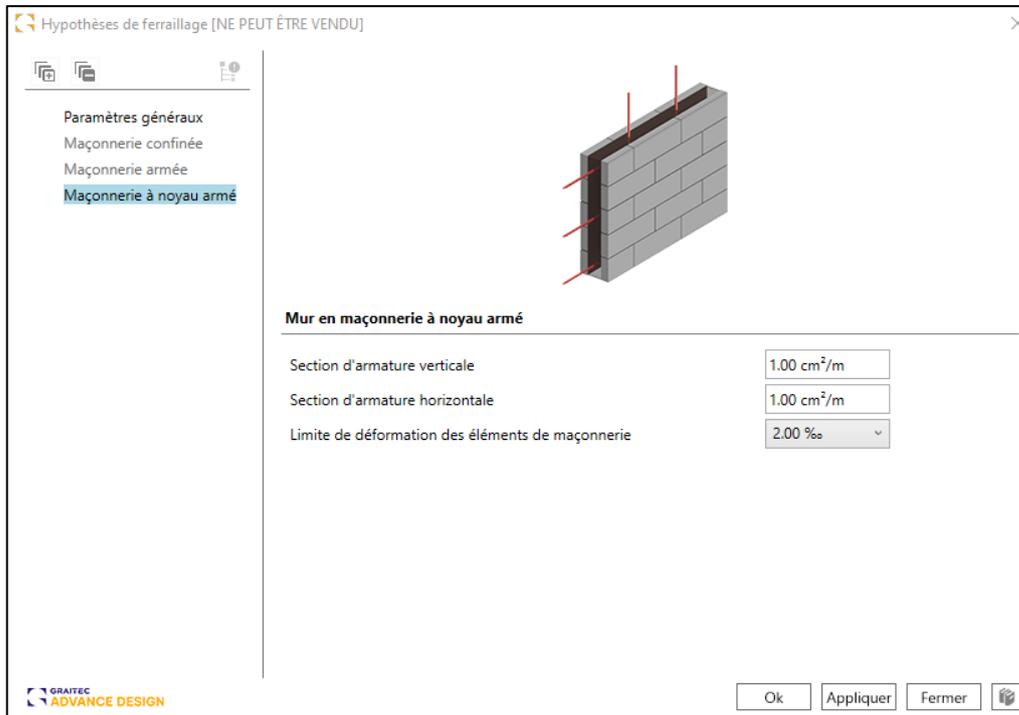
6 Vérification d'un mur soumis à une flexion dans le plan

| Vérification d'un mur soumis à une flexion dans le plan |       |                  |          |          |         |        |
|---|-------|------------------|----------|----------|---------|--------|
| Paroi   | Comb. | Section critique | $M_{Ed}$ | $M_{Rd}$ | TX      | statut |
|   |       |                  | (kN · m) |          |         |        |
| -   | 107   | Bas              | 292.50   | 634.80   | 46.08 % | Réussi |

|  |  |
|--|--|
| Section critique   | Bas du mur   |
| Combinaison  | 107: 1x[1 G]+1x[101 COMB]  |
| Vérification   | $M_{Ed} < M_{Rd}$  |
| Valeur de calcul du moment de flexion                            | $M_{Ed} = 292.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$  |
| Valeur de calcul du moment de flexion résistant                  | $M_{Rd} = M_{Rd}(z_m) + M_{Rd}(A_s)$<br>$M_{Rd} = 222.89 \text{ kN}\cdot\text{m} + 411.91 \text{ kN}\cdot\text{m} = 634.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$  |
| Valeur du moment de flexion résistant pour une section non-armée | $M_{Rd}(z_m) = N_{Ed} \cdot (0.5 \cdot l_w - 0.4 \cdot x)$<br>$M_{Rd}(z_m) = 175.00 \text{ kN} \times (0.5 \times 3000 \text{ mm} - 0.4 \times 566 \text{ mm}) = 222.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$   |
| Surface comprimée  | $A_c = \frac{N_{Ed}}{1.00 \cdot f_d} = \frac{175.00 \text{ kN}}{1.00 \times 3.67 \text{ MPa}} = 0.05 \text{ m}^2$  |
| Charge normale   | $N_{Ed} = 175.00 \text{ kN}$   |
| Contrainte de compression de calcul de la maçonnerie             | $f_d = 3.67 \text{ MPa}$   |
| Longueur du voile  | $l_w = 3000 \text{ mm}$  |
| Axe neutre   | $x = \frac{N_{Ed} + A_c \cdot f_{yd}}{0.8 \cdot \eta \cdot f_d \cdot t_i}$<br>$x = \frac{175.00 \text{ kN} + 3.14 \text{ cm}^2 \times 500.00 \text{ MPa}}{0.8 \times 1.00 \times 3.67 \text{ MPa} \times 200 \text{ mm}} = 566 \text{ mm}$ |
| Section d'acier  | $A_s = 3.14 \text{ cm}^2$  |
| Résistance nominale de l'acier                                   | $f_{yd} = 500.00 \text{ MPa}$  |
| Coefficient d'équivalence pour le diagramme des zones comprimées | $\eta = 1.00$  |
| Epaisseur de la paroi  | $t_i = 200 \text{ mm}$   |
| Valeur du moment de flexion résistant des armatures              | $M_{Rd}(A_s) = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.4 \cdot x)$<br>$M_{Rd}(A_s) = 3.14 \text{ cm}^2 \times 500.00 \text{ MPa} \times (2850 \text{ mm} - 0.4 \times 566 \text{ mm})$<br>$M_{Rd}(A_s) = 411.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$             |
| Bras de levier   | $d = 2850 \text{ mm}$  |
| Vérification   | $M_{Ed} < M_{Rd}$ : $292.50 \text{ kN}\cdot\text{m} < 634.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$<br><b>46.08 % (Réussi)</b>   |

## Maçonnerie à noyau armé

Lorsque l'option est réglée sur *Maçonnerie à noyau armé*, les utilisateurs définissent la zone de ferrailage dans le noyau de béton, dans les directions verticales et horizontales.



Ce type de ferrailage n'est disponible que si la norme roumaine CR6-2013 est choisie.

## 12. Attaches

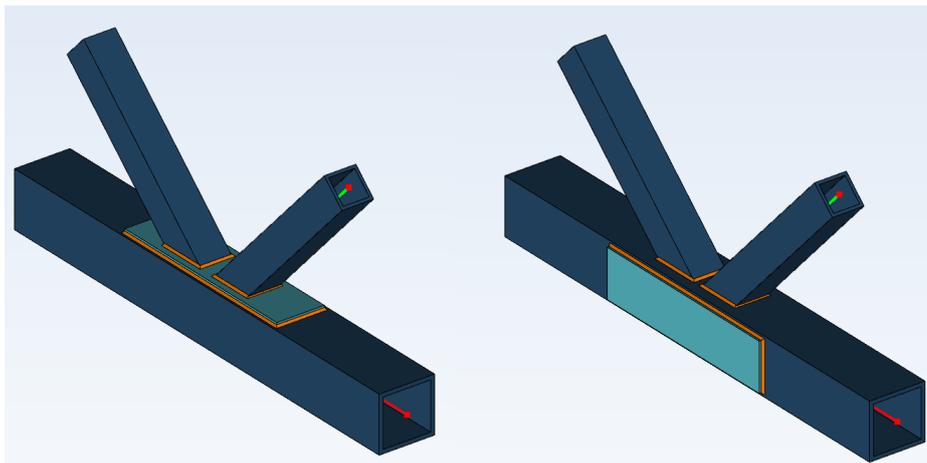
Nouvelles fonctionnalités et améliorations apportées à la dernière version du module Steel Connection.

### 12.1. Attache de tubes soudés - Platinas de renfort

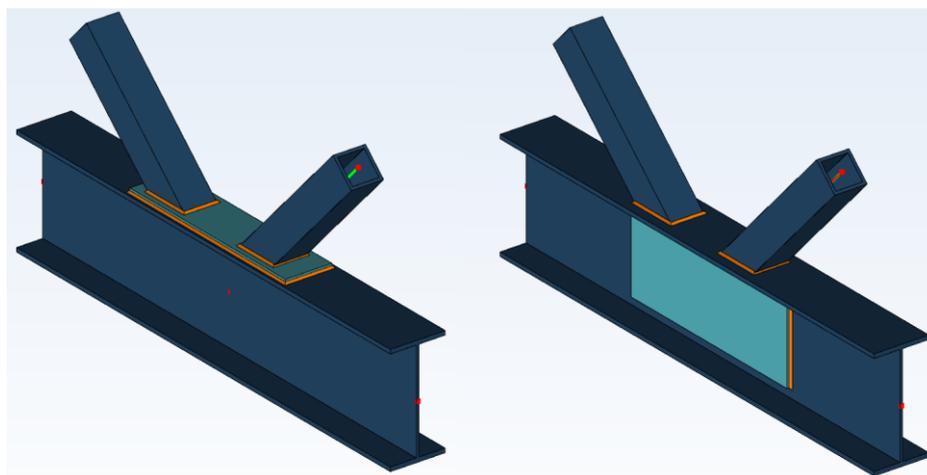
**Possibilité de définir des platines supplémentaires nécessaires au renforcement de la zone de contact entre la membrure et les diagonales. Ces platines peuvent être de deux types : horizontale et latérale.**

Avec la version 2025 du module Advance Design Steel Connection, pour les assemblages tubulaires soudés, il est désormais possible d'ajouter des platines latérales de renfort ou des platines d'aile.

Pour les sections rectangulaires creuses, ces platines de renfort permettent de résister à la rupture de la face de la membrure, au flambement de la paroi latérale de la membrure, à l'écrasement de la paroi latérale et au cisaillement de la membrure.

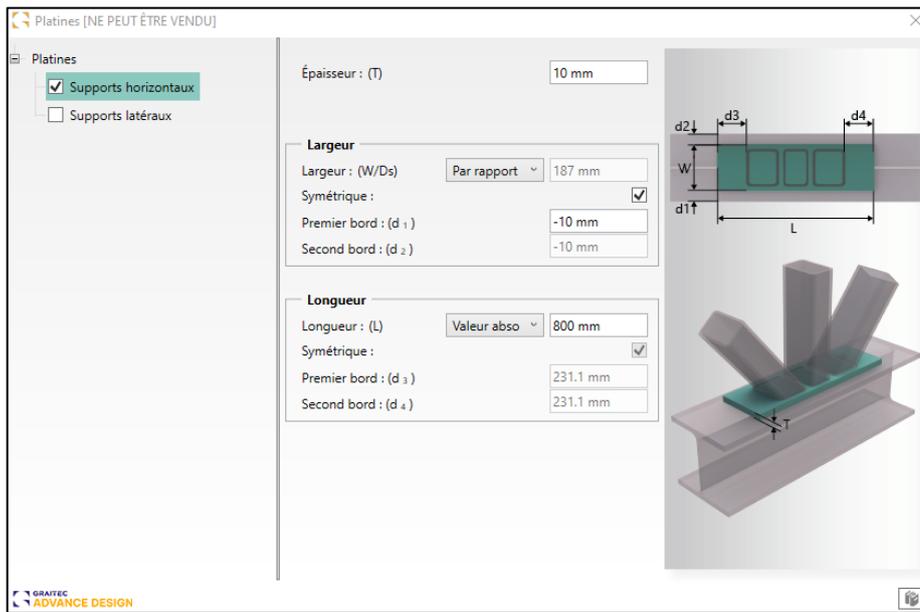


Pour les sections en I / H, ces platines de renfort permettent de résister à la déformation de l'âme, à la rupture et au cisaillement de l'âme.



Parallèlement, vous pouvez définir une platine de renfort latérale ou supérieure, soudée à l'élément sur l'ensemble de son périmètre.

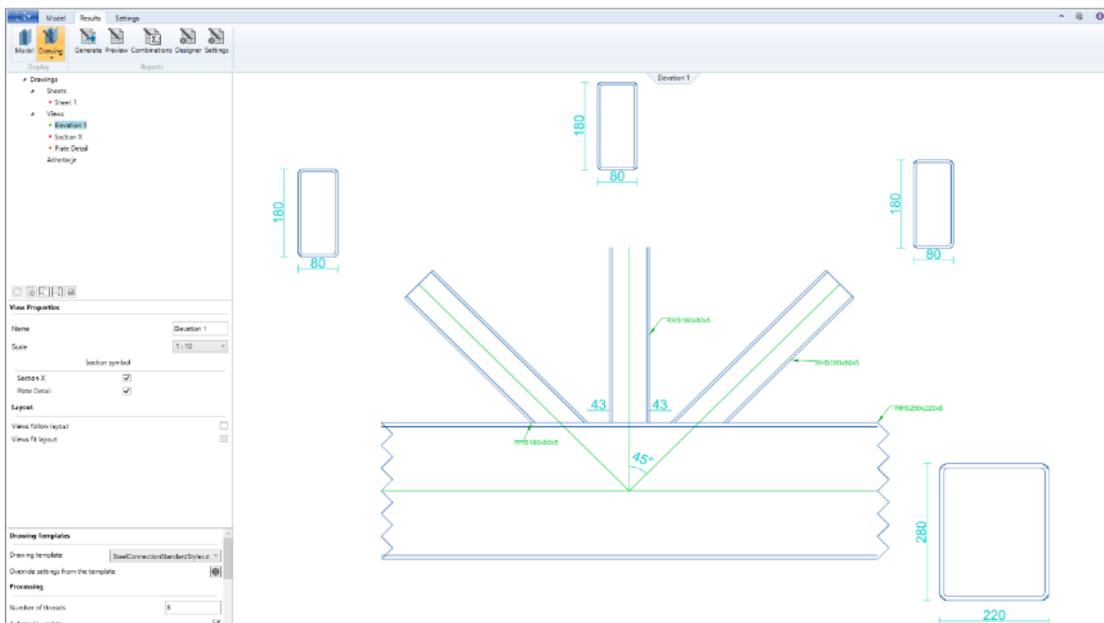
Les paramètres des platines renfort sont définis dans la nouvelle fenêtre Platinas.



## 12.2. Attache de tubes soudés - Plans

### Création de plans pour les attaches de tubes soudés.

Avec la dernière version de Steel Connection, il est désormais possible de générer des plans pour la dernière attache disponible, les attaches de tubes soudés. Comme dans le cas d'autres attaches, le plan contient des vues avec les descriptions et les dimensions des éléments, disposées sur une présentation, qui peut être imprimée ou sauvegardée pour une édition ultérieure dans des programmes de CAO.



### 12.3. Attache de tubes soudés - Vérification du cisaillement par poinçonnement

#### Implémentation de la vérification de rupture par poinçonnement et cisaillement.

Dans la version 2025 du module Advance Design Steel Connection, une vérification du cisaillement par poinçonnement est désormais effectuée pour les attaches tubulaires soudées constituées de sections creuses rectangulaires (RHS) ou de sections creuses carrées (SHS). Le cisaillement au poinçonnement de chaque diagonale contre la membrure principale est vérifié conformément aux tableaux 7.11 et 7.12 de l'EC 3-1-8.

| Type de vérification            | Objets                             | Combinaison          | Effort    | Résistance   | Taux de travail |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------|--------------|-----------------|
| Soudure                         | [Soudure] 6mm Sur diagonale 1.     | [1]: ULS enveloppe 1 | 1297 kN/m | 1247.08 kN/m | 104%            |
| Ruine de la face de la membrure | [diagonale 1] Tube carré 80*7 S235 | [1]: ULS enveloppe 1 | 0.59      | 1            | 59.24%          |
| Cisaillement de la membrure     | [diagonale 1] Tube carré 80*7 S235 | [1]: ULS enveloppe 1 | 18.65 kN  | 235.55 kN    | 7.92%           |
| Ruine de la barre de treillis   | [Diag sec.] Tube carré 80*7 S235   | [1]: ULS enveloppe 1 | -20 kN    | 480.34 kN    | 4.16%           |
| Poinçonnement                   | [diagonale 1] Tube carré 80*7 S235 | [1]: ULS enveloppe 1 | 41.35 kN  | 1054.02 kN   | 3.92%           |

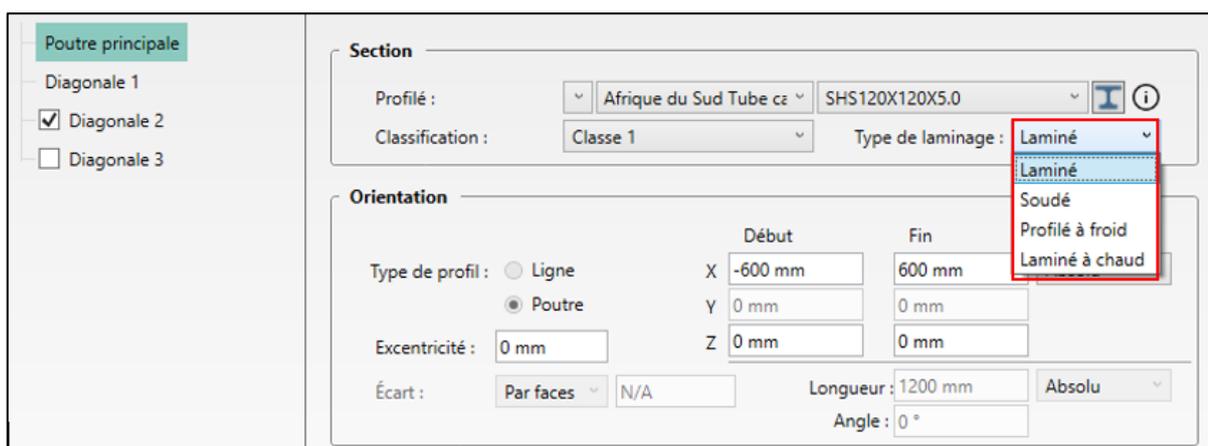
### 12.4. Attache de tubes soudés - Ensemble d'améliorations

#### Une série d'améliorations mineures apportées afin d'en accroître les fonctionnalités.

L'attache de treillis en tube soudé est la plus récente des attaches disponibles, c'est pourquoi plusieurs petites améliorations ont également été apportées dans la dernière version afin d'améliorer ses fonctionnalités.

- **Champ permettant de définir le type de laminage des éléments**

Depuis la nouvelle version du module, il est possible de spécifier le type de laminage de la section. Il peut être réglé sur laminé, soudé, laminé à froid ou laminé à chaud. Le type de laminage a un impact sur la courbe de flambement utilisée pour le calcul du flambement de la membrure latérale.



- **Standardisation des couleurs des statuts dans les notes**

La manière dont les résultats de vérification sont affichés dans les notes a été homogénéisée dans la dernière version du module, et le texte indiquant l'état de la vérification pour un contrôle donné est désormais coloré - l'état *Réussi* est écrit en vert, et l'état *Échec* est écrit en rouge.

- **Avertissement supplémentaire concernant les combinaisons ELS non utilisées dans le calcul**

Lors de l'exportation d'une attache de tube soudé d'Advance Design vers le module Steel Connection, les combinaisons d'états limites de service (ELS) provenant d'Advance Design ne sont pas prises en compte dans les vérifications. Seules les combinaisons d'états limites ultimes (ELU) sont prises en compte pour les calculs. À cette fin, un message d'avertissement est affiché dans l'infobulle, indiquant à l'utilisateur que seules les combinaisons ELU ont été prises en compte.

| Type  | Details  | Value | Limit |
|---|--|-------|-------|
|  | Serviceability limit state combinations are excluded from the verification of the design resistances of the joint (7.2.1(2) EN 1993-1-8) | -     | -     |

- **Amélioration de l'importation des charges depuis Advance Design**

Dans le cas des attaches de tubes soudés et de goussets, le transfert des efforts agissant dans les diagonales a été revu et amélioré pour différents types de configurations géométriques et d'arrangements d'axes locaux dans les membrures et les diagonales.

- **Amélioration des calculs et des notes pour la vérification de la défaillance dûe au moment**

Des modifications ont été apportées aux calculs et aux notes relatifs à la vérification de la rupture due au moment selon le tableau 7.14 de l'EN 1993-1-8 pour les cas qui n'entrent pas dans le champ d'application de la norme. Les changements comprennent des informations explicatives supplémentaires dans les notes, ainsi que le contrôle de scénarios additionnels. En outre, les joints de type Y, K et N sont désormais traités comme des joints en T individuels pour la résistance aux moments.

**Vérification de la relation pour la diagonale 1 :**

$|M_{1,Ed}| \leq M_{p1,Rd}$   
 $M_{1,Ed} = 0.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

*La résistance au moment est déterminée comme pour les nœuds en T individuels (5.3.5 de l'ouvrage "Design of welded joints Celsius355 and Hybox355" - Auteur : TATA Steel Europe Limited, 2013).*

$M_{p1,Rd} = f_{yk} \cdot [W_{pl,y} - (1 - b_{eff,y}/b_1) \cdot b_1 \cdot (h_1 - t_f) \cdot t_f] / \gamma_{M5}$  EN 1993-1-8 Tableau 7.14

**La formule de résistance en flexion est**  $0.85 < \beta \leq 1.00$  EN 1993-1-8 Tableau 7.14  
**valable pour :**

**où**

$\beta = \frac{b_1}{b_0} = \frac{80.0 \text{ mm}}{160.0 \text{ mm}} = 0.50$  EN 1993-1-8 1.5(6)

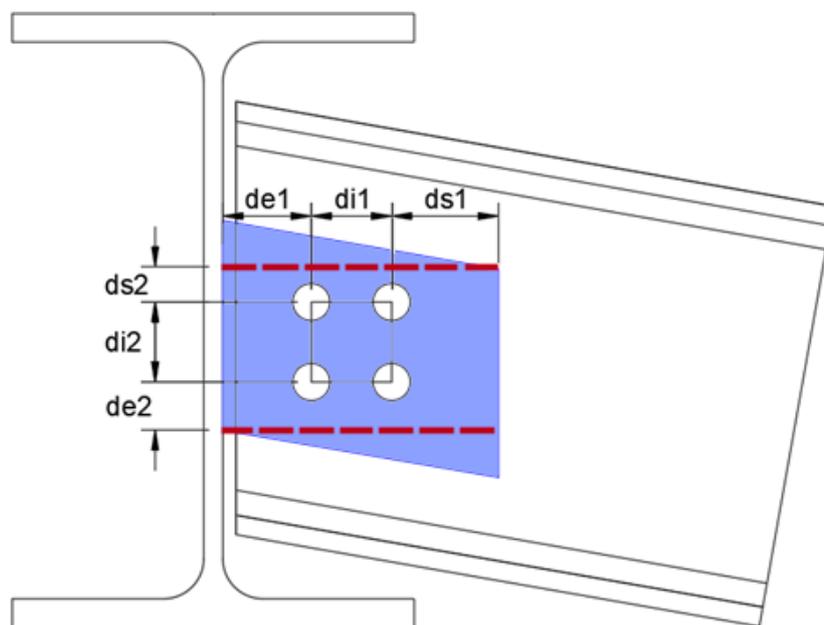
$0.85 < \beta = 0.50 \leq 1.00$  **La vérification a échoué.**

**Attention : l'Eurocode 3 ne couvre pas cette situation.**

## 12.5. Attache de tubes soudés - Amélioration du positionnement des boulons

**Ajustement du comportement existant pour le positionnement des boulons lorsque la poutre secondaire est inclinée.**

Dans le cas d'une poutre secondaire inclinée reliée à une poutre principale par l'intermédiaire d'une platine de cisaillement, cette dernière est inclinée pour suivre l'inclinaison de la poutre secondaire. Pour ces platines, une attention particulière doit être portée au positionnement des boulons afin de garantir un espacement et des distances d'extrémité corrects. Au lieu de prendre en compte le contour réel de la platine inclinée pour le positionnement des boulons, la version 2025 du module Advance Design Steel Connection calcule le plus grand rectangle qui peut tenir à l'intérieur de la platine inclinée et c'est ce rectangle qui accueillera les boulons et sera pris en compte pour les vérifications de l'espacement et des distances d'extrémité.

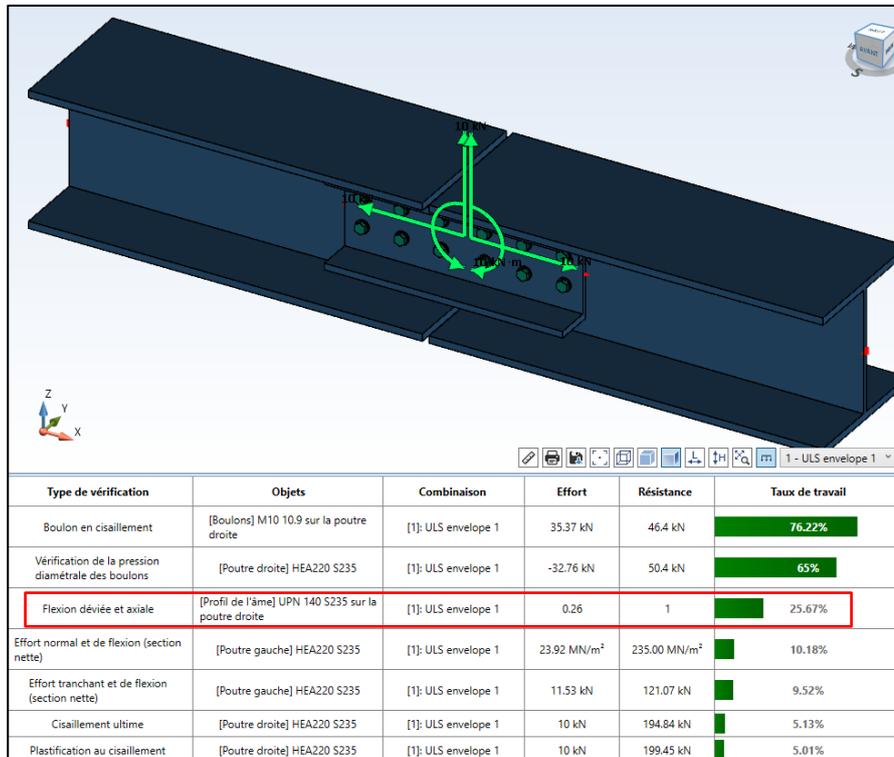


*Forme réelle de la platine de cisaillement (bleu) et ligne de contour fictive pour le positionnement des boulons (rouge)*

## 12.6. Éclissage - Vérification des éclissages en U depuis le panneau d'information

La vérification des éclisses en U est désormais disponible dans le panneau d'information.

Précédemment, lorsque des poutres étaient reliées par une attache et que l'élément de liaison était un profilé en U, la vérification de la résistance de l'attache n'était affichée que dans la note. Désormais, avec la version 2025, cette vérification est également affichée sur l'écran d'information.



## 12.7. Mise à jour des propriétés par défaut des crosses d'ancrage

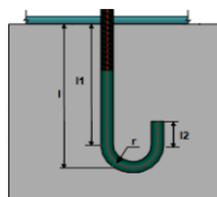
Changements liés aux propriétés des crosses pour obtenir le diamètre correct du mandrin.

Auparavant, dans le module Steel Connection, pour les ancrages de crosses, la valeur par défaut proposée du diamètre de la crosse était parfois inférieure au diamètre de pliage minimum de la barre d'ancrage, ce qui produisait un message d'avertissement obligeant l'utilisateur à modifier ce diamètre par défaut et à relancer le calcul.

Désormais, la valeur par défaut de la longueur et du diamètre de la crosse a été recalculée à l'aide des recommandations de la CNC2M (*Recommandations pour le dimensionnement des assemblages selon la NF EN 1993-1-8, tableau 19*) et EN 1992-1-1 :

- Pour la longueur de la crosse, la règle ( $l_2 = 2d$ ) de la CNC2M est adoptée,
- Pour le mandrin pour  $d \leq 6\text{mm}$ , la règle ( $R = 3d$ ) de la CNC2M est adoptée
- Pour le mandrin pour  $d > 16\text{mm}$ , la règle ( $R = 3.5d$ ) de l'EN 1992-1-1 tableau 8.1N est adoptée

Où  $d$  est le diamètre de l'ancrage

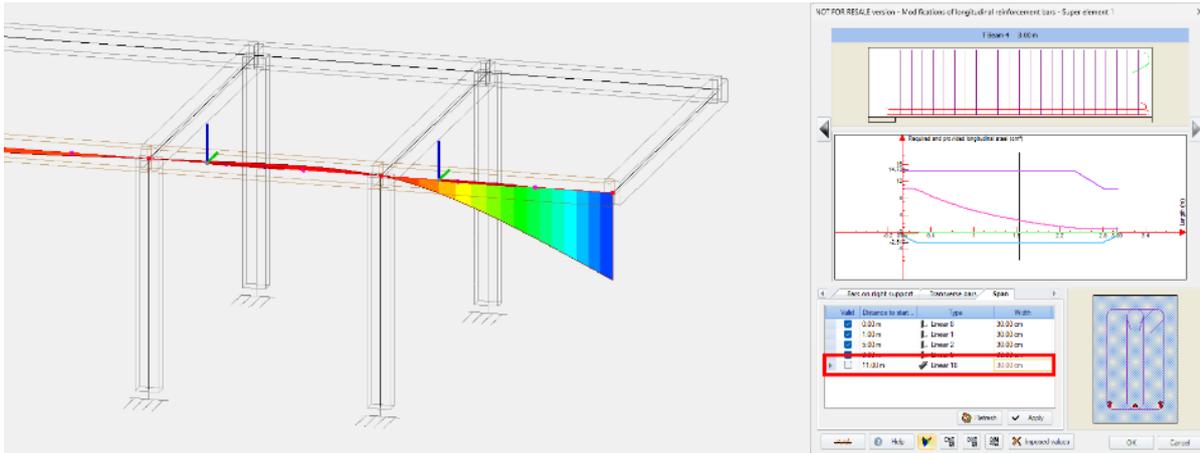


### 13. Autres nouveautés et petites améliorations

Sélection de petites améliorations introduites dans la dernière version d'Advance Design

- **Ferraillage des poutres - prise en compte du porte-à-faux pour le ferraillage réel des super-éléments**

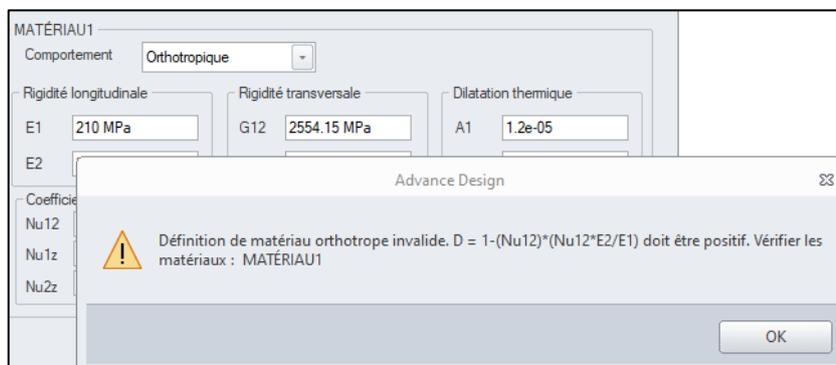
Dans le cas d'une poutre en béton armé à plusieurs travées définie comme un super-élément, pour laquelle on effectue la détermination du ferraillage réel, l'exclusion de l'appui le plus extérieur dans la fenêtre de ferraillage permet la détermination du ferraillage et la vérification de la flèche comme pour les consoles.



- **Vérification supplémentaire lors de la définition des matériaux orthotropes**

Lors de la définition d'un matériau orthotrope, une validation supplémentaire des données est désormais effectuée. Une nouvelle condition vérifie que les valeurs saisies du module de rigidité et du coefficient de Poisson ne donnent pas une valeur négative pour le coefficient delta, ce qui pourrait entraîner une instabilité de la matrice de rigidité de l'élément.

$$\Delta = 1 - \nu_{12}\nu_{21} = 1 - \nu_{12}\nu_{12} \frac{E_2}{E_1}$$



- **Modification de la couleur par défaut pour l'affichage des valeurs des résultats pour certaines localisations**

Pour certaines localisations (CZ et SK), les paramètres de couleur par défaut pour les résultats graphiques ont été modifiés.

- **Amélioration de l'affichage des erreurs et des avertissements**

Pour certaines erreurs et certains avertissements, afin de réduire le nombre de lignes contenant des messages lorsque la même erreur affecte plusieurs éléments, une seule ligne contenant une liste d'éléments est désormais affichée. En outre, plusieurs nouveaux avertissements ont été ajoutés - par exemple, des informations sur l'impossibilité d'effectuer une vérification standard pour les éléments métallique de hauteur variable s'ils sont constitués de profilés composés.

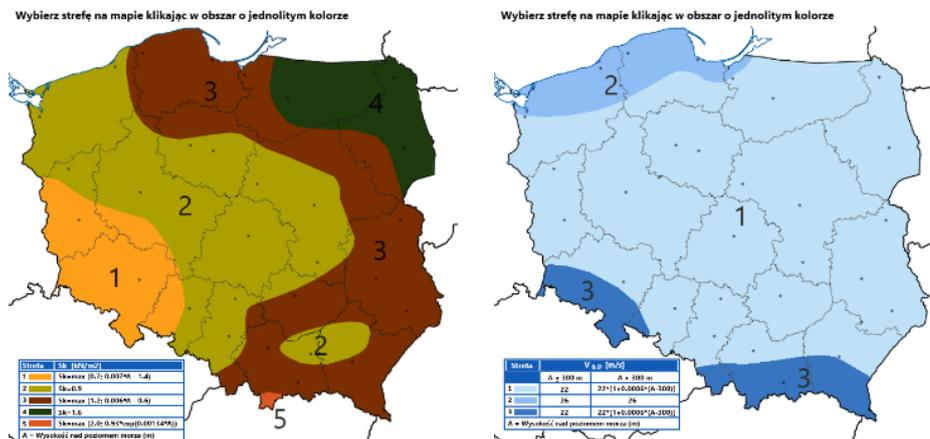


- **Lecture correcte des données des rôles pour le déversement**

Dans cette version du programme, le comportement concernant la prise en compte des paramètres de déversement définis dans les rôles a été amélioré. Désormais, ces paramètres, dans les cas où les valeurs n'ont pas été déterminées automatiquement mais imposées directement dans le rôle, sont correctement pris en compte lors des calculs pour les éléments filaires ainsi que pour les super-éléments.

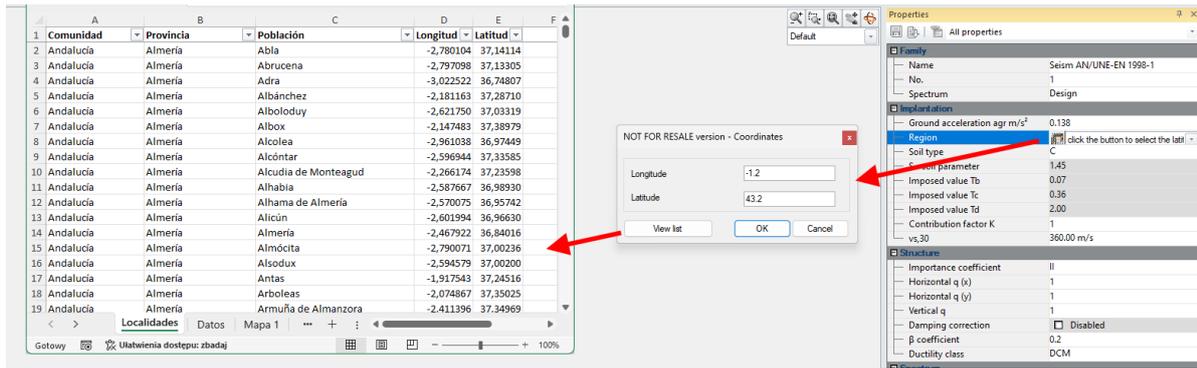
- **Cartes actualisées pour le vent et la neige pour la Pologne**

Afin de faciliter l'utilisation des cartes pour les charges de vent et de neige en Pologne, plusieurs petites améliorations ont été apportées, telles que l'ajout de nouveaux commentaires et descriptions, la traduction des textes des images, l'amélioration des contours et l'ajout de numéros de zones.



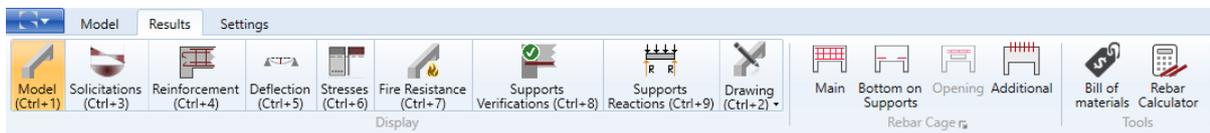
- **Saisie simplifiée des données sismiques pour l'Espagne**

Lors de la saisie des données dans la famille de charges sismiques pour l'Espagne, les coordonnées doivent être saisies pour déterminer automatiquement les valeurs d'accélération horizontale du sol. Dans la dernière version de l'application, vous pouvez facilement rechercher les coordonnées d'un lieu donné grâce à une liste jointe dans un fichier Excel.



- **Modules de ferrailage - Passage plus rapide d'une fenêtre à l'autre**

Afin de faciliter la bascule entre les différentes fonctions, les raccourcis claviers sont indiqués directement sous les noms de ces dernières dans le ruban.

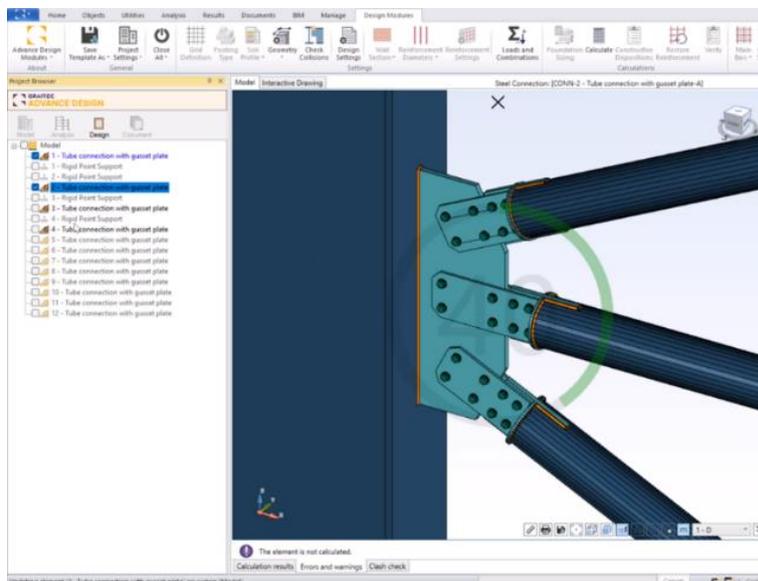


- **Module RC Wall – Meilleure description des combinaisons dimensionnantes dans la note**

Sur la note des murs contreventement, lorsque la combinaison critique implique une combinaison de Newmark, les noms des cas de charge impliqués dans cette combinaison sont affichés.

- **Module Steel Connection – Barre de progression pendant le processus de mise à jour**

Lors des opérations nécessitant l'actualisation des données de l'attache, notamment lors de la mise à jour de l'attache à partir des données du modèle Advance Design, la progression de l'opération est affichée sous forme graphique.



- **Module Steel Connection - Importation de matériaux en acier non disponibles dans la base de données**

Lors de l'exportation depuis Advance Design d'une attache métallique avec des éléments filaires constitués d'un matériau en acier qui n'est pas disponible dans le module Steel Connection, la nouvelle version crée automatiquement ce nouveau matériau et l'affecte par défaut aux éléments filaires correspondants.

- **Module Steel Connection - Indication de la combinaison dimensionnante pour le calcul de la rigidité en rotation**

Pour les attaches qui effectuent des calculs de rigidité en rotation, la note présente désormais des informations sur la combinaison qui a été dimensionnante lors de ces calculs.

**14.2 Calcul de la rigidité rotationnelle**

**Combinaison : [112]: 1x[1 G]+1.5x[10 V]**

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\mu} \quad \text{EN 1993-1-8, 5.1.2 (4)}$$

Rapport de rigidité :

$$M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} \times M_{j,Rd} \rightarrow \mu = 1 \quad \text{EN 1993-1-8, 6.3.1, Tableau 6.8}$$

Rigidité sécante :

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\mu} = \frac{1525.16 \text{ kN}\cdot\text{m}^{\circ}}{1.00} = 1525.16 \text{ kN}\cdot\text{m}^{\circ} \quad \text{EN 1993-1-8, 5.1.2 (4)}$$

- **Module Steel Connection - Longueur efficace de la soudure ( $l_{eff}$ ) détaillée dans la note**

Dorénavant, dans le chapitre *Vérification des soudures* pour les attaches suivantes : Pied de poteau, Encastrement poutre-poteau, Faîtage et Poutre continue sur poteau, la note détaillée est mise à jour avec des informations sur la longueur de soudure efficace ( $l_{eff}$ ) pour chaque cordon de soudure, qui sera ensuite utilisée dans le calcul de la résistance de la soudure.

**Vérification Soudure aile jarret inférieur** 73.5 mm  $\geq$  max(6 · 4.0; 30) = 30.0 mm Réussi

Les cordons de soudure correspondant à l'aile sont vérifiés ci-dessous.

| Position des cordons de soudure                  | a (mm) | Valeur de longueur (mm) | $l_{eff}$ (mm) | Limite de longueur (mm) | Vérification statut |
|--|--------|-------------------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| Aile du jarret inférieur - intérieur gauche (L3) | 4.0    | 63.0                    | 73.5           | 30.0                    | Réussi              |
| Aile du jarret inférieur - extérieur (L1)        | 4.0    | 170.0                   | 162.0          | 30.0                    | Réussi              |
| Aile du jarret inférieur - intérieur droite (L2) | 4.0    | 63.0                    | 73.5           | 30.0                    | Réussi              |

Qualité de la soudure : Atelier

*Note : La longueur efficace contient la moitié du rayon interne (pour la qualité de la soudure "en atelier" et "continu en atelier").*

