



Évolutions

Advance Design 2024



Sommaire

1. Bienvenue dans Advance Design 2024	4
2. Advance Design - Résumé rapide	5
3. Nouvelles fonctionnalités de calcul	11
3.1. Estimation des émissions de carbone	11
3.2. Estimation des coûts.....	16
3.3. Analyse non linéaire par contrôle de déplacement	20
3.4. Possibilité de définir des contraintes initiales sur les filaires par cas de charge	26
3.5. Meilleure prise en charge de la torsion dans les coques.....	28
4. Amélioration de l'expertise métal.....	30
4.1. Vérification des sections d'acier formées à froid selon l'AISI S100	30
4.2. Analyse du voilement de l'âme par cisaillement pour les sections en I (EN 1993-1-5) ...	33
4.3. Définition manuelle des longueurs de flambement et de déversement pour les profilés formés à froid (EC3)	39
4.4. Modélisation des attaches treillis soudées par tube.....	43
4.5. Valeurs des flèches en cm ou mm (fiche de profilé et diagrammes).....	46
5. Amélioration de l'expertise bois selon l' Eurocode 5	48
5.1. Calcul des sections rectangulaires moisées (EC5).....	48
5.2. Vérification de la capacité de l'appui (EC5)	52
5.3. Vérification des poutres à entaille sur appui (EC5)	54
5.4. Optimisation des éléments bois en fonction de la flèche (EC5).....	57
6. Amélioration de l'expérience utilisateur et du confort d'utilisation du programme ..	59
6.1. Gabarit de sélection.....	59
6.2. Nouvelles options pour la sélection d'éléments identiques Eléments	63
6.3. Possibilité de filtrer les éléments inactifs.....	64
6.4. Filtrage de profils à partir des bases de données	64
6.5. Nouvelles commandes pour ajouter des phases	66
6.6. Amélioration du maillage pour l'analyse Pushover.....	67
6.7. Unification des boîtes de dialogue	67
6.8. Amélioration de la fenêtre de sélection par critères	68
7. Autres nouveautés et petites améliorations.....	70
7.1. Nouvelle base de données de profils d'acier formés à froid pour l'Amérique du Nord	70
7.2. Nouvelle base de données de matériaux acier des profilés formés à froid pour l'Amérique du Nord	70
7.3. Nouvelle section paramétrique - Section moisée.....	71

7.4. Amélioration de la création des combinaisons sismiques pour le Canada	72
7.5. Définition de lien au nœud sur sélection.....	73
7.6. Possibilité de définition des matériaux pour les appuis.....	74
7.7. Système dédié aux liaisons maître-esclave	75
7.8. Amélioration des paramètres par défaut du programme pour l'Amérique du Nord	75
7.9. Amélioration du temps de création des combinaisons	76
7.10. Amélioration de la localisation pour l'Espagne et le Portugal.....	77
8. Advance Design Modules - Améliorations communes.....	78
8.1. Permettre l'application de gabarits alors que le module est déjà ouvert.....	78
8.2. Affichage du ratio d'acier dans le panneau d'informations	79
8.3. Petites améliorations	80
9. RC Beam.....	81
9.1. Import de la géométrie et des efforts à partir d'un calcul en table nervurée	81
9.2. Possibilité de définir la position des appuis (poteau/voiles).....	82
9.3. Nouveau type de d'appui "Poutre".....	83
9.4. Possibilité de définir des poutres secondaires	84
9.5. Nouveau chapitre dans la note sur le ferrailage des trémies	86
9.6. Nouveaux schémas de ferrailage pour la torsion	86
9.7. Petites améliorations	87
10. RC Column	91
10.1. Géométrie différente des poutres supérieures.....	91
10.2. Possibilité de désactiver les vérifications par courbes d'interaction	92
10.3. Améliorations mineures apportées aux rubans	92
10.4. Améliorations mineures du panneau d'information.....	93
10.5. Amélioration de la modification du ferrailage transversal.....	93
11. RC Footing	95
11.1. Représentation de la semelle de substitution.....	95
11.2. Informations complémentaires sur les fissures.....	95
11.3. Correction automatique du ferrailage	96
11.4. Amélioration de l'édition de la distribution des barres	96
11.5. Informations dans la note sur la section d'acier finale.....	97
11.6. Amélioration des calculs de capacité portante sismique pour la France	97
11.7. Nouvelle méthode de détermination de la pression du sol	99
12. RC Wall	101
12.1. Génération des nomenclatures pour les barres et les treillis soudés	101
12.2. Importation et exportation des efforts à l'aide d'un fichier Excel.....	102

13. Masonry Wall	103
13.1. Représentation des charges dans les vues	103
13.2. Note détaillée pour les calculs CR6	104
13.3. Possibilité de choisir la position de la section pour le diagramme des contraintes	104
13.4. Sauvegarde des bases de données de maçonnerie par modèle	105
13.5. Affichage des coefficients partiels	106
13.6. Représentation de la profondeur de l'appui dans les fenêtres de visualisation	106
14. RC Slab	108
14.1. Nouvelles formes de barres	108
14.2. Possibilité de gérer les crosses pour les zones de ferrailage	109
14.3. Nouvelles options pour définir la solution de ferrailage	110
14.4. Nouvelles méthodes de définition graphique des zones de ferrailage	111
14.5. Ensemble d'améliorations apportées aux plans	112
14.6. Ensemble d'améliorations mineures	114
15. Attaches	117
15.1. Attache en treillis soudée de tubes	117
15.2. Amélioration du panneau d'information pour les attaches par plat	122
15.3. Nouvelle option pour ignorer le moment de flexion dans le calcul des poutres articulées	123

1. Bienvenue dans Advance Design 2024

GRAITEC est heureux de présenter la dernière version du logiciel d'analyse de structures – **Advance Design 2024**, qui fait partie de la suite Graitec Advance.

GRAITEC s'est toujours efforcé de fournir à ses clients des solutions logicielles innovantes de premier ordre. Le lancement récent de sa nouvelle gamme de produits pour 2024 ne fait pas exception à la règle, prouvant qu'il est toujours au sommet de son art en termes de fourniture de solutions logicielles de haut niveau pour la construction, l'AEC et la conception de bâtiments.



Cette version 2024 d'Advance Design est enrichie d'un grand nombre de nouvelles fonctionnalités centrées sur l'utilisateur, et s'articule autour de quelques sujets principaux :

- **Nouvelles capacités de calcul orientées vers la conception durable**, y compris les estimations des émissions de carbone, les estimations de coûts, mais aussi l'analyse non linéaire par contrôle des déplacements.
- **Amélioration de l'expertise bois selon l'Eurocode 5** en élargissant la portée de la vérification, y compris de nouvelles vérifications pour les appuis, les entailles, les sections moisées, et l'optimisation des éléments en fonction de la flèche.
- **Amélioration de l'expert métal**, principalement en permettant la vérification des sections formées à froid selon la **norme américaine AISI**, l'**analyse du flambement d'âme selon l'EC3** et **de nouveaux assemblages de tubes soudés**.
- **Amélioration des calculs béton armé** avec de nouvelles options et améliorations des modules ferrailage : nouvelles formes de barres pour le module RC Slab, nouvelles fonctionnalités pour les plans ou le transfert des résultats des tables nervurées vers RC Beam.
- **Amélioration de l'expérience utilisateur et du confort d'utilisation du programme** grâce à l'introduction d'améliorations pour faciliter le travail quotidien, notamment des modèles pour les sélections et de nouvelles commandes pour une sélection plus rapide ou le filtrage des sections sur les bases de données.

La version 2024 d'Advance Design s'accompagne également d'un grand nombre d'améliorations et d'ajustements pour donner suite aux commentaires reçus de nombreux utilisateurs.

2. Advance Design - Résumé rapide

Voici une liste condensée des nouvelles fonctionnalités d'Advance Design 2024:

Nouvelles fonctionnalités de calcul

- **Estimation des émissions de carbone** - Détermination des émissions de CO₂ sur la base des facteurs de carbone saisis pour les matériaux et/ou les éléments. **Résultats sous forme graphique et dans les notes de calculs.**
- **Estimations des coûts** - Détermination des coûts sur la base des prix unitaires des matériaux et/ou éléments. **Résultats sous forme graphique et dans les notes de calculs.**
- **Analyse non linéaire par contrôle des déplacements** - Possibilité d'effectuer des calculs non linéaires à l'aide d'étapes d'incrément de déplacement, ce qui permet d'analyser correctement les problèmes hautement non linéaires avec les comportements post-pic et peut gérer facilement les problèmes de discontinuité.
- **Définition des contraintes initiales sur les filaires par cas de charges** - Nouvelle façon de définir et de considérer les contraintes initiales, facilitant la mise en place des contraintes initiales dans les combinaisons, ainsi que la prise en compte de leur impact sur le reste de la structure.
- **Meilleure prise en charge de la torsion dans les coques** - Grâce à cette nouvelle formulation, les éléments de coque sont maintenant capables de d'intégrer les moments de torsion transmis par les éléments de poutre perpendiculaires.

Amélioration de l'expertise métal

- **Vérification de profilés en acier formés à froid selon l'AISI S100** - Possibilité d'effectuer la vérification standard des profilés en acier formés à froid selon les normes américaines AISI S100-16.
- **Analyse du voilement de l'âme pour les sections en I selon l'EC3** - Vérification de la stabilité de l'âme (impact des nervures transversales et longitudinales inclus) selon EN 1993-1-5.
- **Définition manuelle des longueurs de déversement pour les profilés formés à froid pour l'EC3** - Amélioration du calcul des sections formées à froid selon l'EC3 **pour l'analyse du flambement et du déversement**, particulièrement appliqué lorsque l'analyse de stabilité avancée n'est pas utilisée.
- **Modélisation des attaches de tubes soudés** - Possibilité de définir des assemblages de treillis soudés avec des sections creuses rectangulaires, qui peuvent ensuite être envoyées pour analyse dans le module de calcul Steel Connections.
- **Flèche en valeur dans les fiches de profilés et les vues graphiques** - Lors de la présentation des résultats de la vérification des lèches sous forme graphique et dans les notes, les valeurs de flèche peuvent désormais être présentées à la fois sous forme de ratio et de valeurs dans une unité de déplacement (par ex. **cm**).

Amélioration de l'expertise bois selon l'Eurocode 5

- **Calcul des sections moisées selon l'EC5** - Possibilité de vérification des poutres et poteau en bois à partir de profilés composés (constitués de deux, trois ou quatre sections rectangulaires) conformément à la norme EN 1995-1-1.

- **Vérification de la capacité de l'appui selon l'EC5** – Possibilité d'effectuer une vérification supplémentaire pour les éléments en bois – Vérification de la compression perpendiculaire au grain en fonction de la dimension des appuis, conformément à l'EN 1995-1-1 (6.1.5).
- **Vérification des poutres à entaille sur appui selon l'EC5** – Possibilité d'effectuer une vérification supplémentaire pour les éléments en bois – Vérification de l'entaille aux extrémités, conformément à la norme EN 1995-1-1 (6.5).
- **Optimisation des éléments en bois en fonction de la flèche (EC5)** – Possibilité de sélectionner automatiquement la section optimale en fonction des conditions de flèche conformément à l'EN 1995-1-1.

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

- **Gabarits utilisateur pour la sélection** – Possibilité d'enregistrer et de sélectionner facilement des gabarits pour la sélection d'objets. **Les gabarits peuvent contenir à la fois la sélection actuelle et des critères de sélection.**
- **Sélection d'éléments identiques** – Nouvelle option permettant de sélectionner rapidement des objets identiques à un autre (préalablement sélectionné), en tenant compte de l'éventail des propriétés à comparer.
- **Possibilité de filtrer les éléments inactifs** – Nouveau filtre dans la fenêtre de sélection par critères permettant de sélectionner les éléments exclus de la création du modèle analytique.
- **Filtrage des profilés à partir des bases de données** – Recherchez facilement des profilés dans la bibliothèque en filtrant le contenu par type de profil ou par nom, ou encore en isolant les profilés formés à froid.
- **Commandes pour ajouter des phases sur le ruban** – Un ensemble d'icônes sur le ruban relatives à l'ajout de nouvelles phases de construction et à l'assignation d'éléments à ces dernières.
- **Amélioration du maillage pour l'analyse Pushover** – Lors de la génération d'un modèle de calcul avec des éléments avec des relaxations plastiques définies pour l'analyse Pushover, le maillage des éléments finis aux extrémités des éléments est maintenant régulier, ce qui améliore considérablement la répartition du maillage dans les éléments surfaciques adjacents.
- **Unification des boîtes de dialogue** – Une partie des boîtes de dialogue a été mise à jour, leur conférant une apparence et des composants unifiés (paramètres du béton, paramètres de l'acier, paramètres du bois, rôles, sélection d'éléments, paramètres NL, paramètres Pushover).
- **Améliorations de la fenêtre de sélection par critère** – Plusieurs modifications ont été apportées à la fenêtre de sélection des éléments qui rendent plus facile le choix d'une méthode de sélection.

Autres nouveautés et petites améliorations

- **Nouvelle base de données de profils en acier formé à froid pour l'Amérique du Nord** – Nouvelle bibliothèque de profils en acier formé à froid spécifiques au marché nord-américain.
- **Nouvelle base de données de matériaux d'acier pour les profilés formés à froid en Amérique du Nord** – Nouvelle bibliothèque de matériaux pour les profilés d'acier formés à froid selon la norme ASTM.

- **Section moisée** – Possibilité de définir de façon paramétrique des profils composés de deux, trois ou quatre sections rectangulaires identiques.
- **Amélioration de la création de combinaisons de cas sismiques pour le Canada** – Lors de la génération automatique de combinaisons avec des cas sismiques selon la norme NBC, les combinaisons sismiques sont maintenant considérées dans les deux directions (EX+, EX-, EY+, EY-).
- **Définition d'un lien au nœud lors de la sélection** – Un nouveau moyen de définir rapidement plusieurs liens au nœud en même temps a été introduit, permettant de définir les éléments primaires et secondaires de manière indépendante.
- **Possibilité de définir un matériau pour les appuis** – La possibilité d'attribuer un matériau (béton) aux appuis a été ajoutée. **Il est ainsi possible de tenir compte des fondations dans le calcul des coûts et des émissions de CO₂, ainsi que d'envoyer la classe de béton dans le module RC Footing.**
- **Système dédié aux liaisons maître-esclave** – **Les liaisons maître-esclave générées automatiquement (là où la dalle se connecte au poteau ou à l'appui) sont désormais automatiquement placées dans un système dédié.**
- **Amélioration des paramètres par défaut du programme pour l'Amérique du Nord** – Meilleure personnalisation de certains paramètres par défaut du programme lors de la sélection de la localisation pour les États-Unis ou le Canada.
- **Amélioration de la localisation pour l'Espagne et le Portugal** – Les traductions pour les langues espagnole et portugaise ont été améliorées et complétées dans les parties manquantes (comme l'éditeur de section).

Améliorations communes à tous les modules

- **Application de gabarits lorsque le module est déjà ouvert** – Possibilité de mettre à jour les paramètres depuis un gabarit pour un projet actuellement ouvert.
- **Affichage du ratio d'acier dans le panneau d'information** – Information rapidement visible concernant le ratio d'acier.
- **Petites améliorations** – Ensemble de diverses petites améliorations.

Module RC Beam

- **Importation de la géométrie et des efforts internes à partir du calcul en table nervurée** – Prise en compte de la section efficace et des efforts internes de calcul lors de l'importation de poutres lorsque l'option table nervurée est active.
- **Possibilité de définir la position des appuis (poteaux/voiles)** – Les appuis de poteaux permettent désormais de distinguer s'ils portent une poutre par le bas, par le haut ou de chaque côté. **Ces données sont maintenant importées du modèle Advance Design et se répercutent sur les plans.**
- **Nouveau type d'appui "poutre"** – Un nouveau type d'appui permet de générer correctement les plans lorsque l'appui est une autre poutre.
- **Possibilité de définir des poutres secondaires** – Possibilité de générer de meilleurs plans en considérant la position de poutres secondaires perpendiculaires.

- **Nouveaux diagrammes de ferrailage pour la torsion** - Possibilité d'afficher deux nouveaux diagrammes - le ferrailage longitudinal pour la torsion et le ferrailage transversal pour la torsion.
- **Nouveau chapitre dans la note pour le ferrailage des trémies** - Dans la note détaillée des poutres, s'il y a des ouvertures dans la poutre, on trouve dorénavant un nouveau chapitre.
- **Petites améliorations**
 - Meilleure affichage des dimensions aux extrémités sur le plan
 - Améliorations apportées à la boîte de dialogue des hypothèses de ferrailage
 - Modification de la valeur par défaut de W_{max} pour la France
 - Ajustement de la saisie des données d'étanchéité pour la France
 - Coefficient supplémentaire pour la modification de la section théorique du ferrailage longitudinal
 - Possibilité de choisir le mode de répartition des armatures pour la torsion.
 - Amélioration de la définition des charges suspendues avec répartition des cadres.
 - Les conditions d'appui ont été ajoutées à la boîte de dialogue Hypothèses de calcul.

Module RC Column

- **Géométrie différente des poutres supérieures** - Possibilité de spécifier individuellement la longueur et la largeur des poutres supérieures et d'utiliser ces données pour la détermination automatique des longueurs de flambement.
- **Possibilité de désactiver la vérification par courbes d'interaction** - Une nouvelle option permet de ne pas vérifier les courbes d'interaction.
- **Améliorations du ruban** - Séparation des icônes de définition de la géométrie et de sélection du type de section.
- **Améliorations du panneau d'information** - Ajout d'informations dans le panneau d'information indiquant si les effets de second ordre ont été inclus.
- **Amélioration du ferrailage transversal dans la boîte de dialogue Édition** - Définition et modification rapides et précises de la répartition des barres transversales dans le tableau grâce à de nouvelles méthodes de définition.

Module RC Footing

- **Représentation de la semelle de substitution dans la fenêtre de visualisation** - Représentation graphique de la semelle de substitution lorsque l'analyse est activée.
- **Informations supplémentaires sur la fissuration du béton dans le panneau d'information et la note** - Meilleur contrôle des calculs grâce aux informations supplémentaires sur la fissuration du béton.
- **Correction automatique du ferrailage lorsque l'ouverture des fissures est trop importante** - Une nouvelle option permet de maintenir la fissuration dans la limite en augmentant automatiquement le ferrailage.

- **Amélioration de l'édition de la répartition des barres** - Changements dans la boîte de dialogue d'édition du ferrailage afin de faciliter la définition et la modification de la répartition des barres sur la semelle.
- **Informations dans la note sur la section d'acier finale** - Informations supplémentaires dans la note pour mieux décrire la section d'acier finale mise en place.
- **Amélioration des calculs de capacité portante sismique pour la France** - Possibilité de sélectionner la méthode de calcul de N_{max} : conformément à la norme EN1998-5 ou à la norme NF P94-261
- **Nouvelle méthode de détermination de la pression du sol** - Nouvel algorithme de détermination de la pression active et passive du sol, conformément à l'annexe C de la norme EN1997-1.

Module RC Wall

- **Génération d'un plan avec des nomenclatures pour les barres et les treillis soudés** - Un nouveau style de dessin a été ajouté pour permettre la génération automatique et simultanée des nomenclatures pour les barres et les treillis soudés.
- **Importation et exportation des efforts à l'aide d'un fichier Excel** - Pour les murs de contreventement, il est possible d'importer et d'exporter les torseurs vers une feuille Excel.

Module Masonry Wall

- **Représentation des charges dans les fenêtres de visualisation** - Pour faciliter la visualisation des charges définies ainsi que des efforts internes importés, il est désormais possible de les afficher graphiquement.
- **Note détaillée pour les calculs CR6** - Un nouveau chapitre a été ajouté dans les notes pour la vérification d'un mur soumis à une flexion dans le plan, conformément à la norme roumaine CR6.
- **Possibilité de choisir la position de la coupe pour le diagramme de contrainte** - Lors de l'affichage des résultats sous forme de diagrammes de contrainte, il est désormais possible de choisir la position de la coupe (bas / milieu / haut).
- **Sauvegarde des bases de données de maçonnerie par modèle** - Pour faciliter la gestion des données utilisées par le module, les bases de données ont été séparées des données du projet en cours. **Cela permet une gestion efficace des données utilisées dans chaque projet.**
- **Affichage des coefficients partiels** - Afin de permettre la vérification des coefficients partiels déterminés pour la section de maçonnerie active, ceux-ci sont désormais disponibles dans la fenêtre Hypothèses de calcul.
- **Représentation de la profondeur de l'appui dans les fenêtres de visualisation** - Affichage de la profondeur de l'appui de la dalle dans les fenêtres de visualisation afin de vérifier aisément les données.

Module RC Slab

- **Nouvelles formes de barres** - Possibilité de générer des barres en U (standard et dissymétrique) sur les bords de la dalle.

- **Possibilité de gérer les crosses pour les zones de ferrailage** - Possibilité d'éditer les crosses séparément pour chaque zone de ferrailage.
- **Nouvelles options pour définir la solution de ferrailage** - Possibilité de définir la couverture du ferrailage avec des zones de ferrailage.
- **Nouvelles méthodes de définition graphique des zones de ferrailage** - Modélisation plus rapide des zones de ferrailage grâce à des méthodes de définition graphique additionnelles.
- **Ensemble d'améliorations apportées aux plans**
 - Possibilité de générer des plans simultanément ou séparément pour chaque direction de ferrailage
 - Amélioration des annotations de barres (meilleure génération automatique pour éviter les collisions, possibilité de déplacer individuellement l'annotation, et possibilité de cacher le texte au-dessus de la ligne de cote)
 - Nouveau style de plan pour la génération simultanée de nomenclatures pour les barres et les treillis soudés
 - Meilleure représentation des trémies
 - Nouvelle option pour masquer les grilles sur les plans.
- **Ensemble d'améliorations pour l'utilisateur**
 - Le diamètre du deuxième lit doit être plus grand que celui du premier.
 - Affichage des axes locaux pour chaque dalle
 - Possibilité de désactiver un lit en entrant une couverture nulle.
 - Nouvelle option pour générer des zones de ferrailage unidirectionnelles.

Module Steel Connections

- **Attache en treillis soudée de tubes** - Nouveau type d'attache en treillis soudée avec de multiples configurations de diagonales de tubes carrés et rectangulaires.
- **Amélioration du panneau d'information pour les attaches par platine** - Nouvelle colonne sur le panneau d'information pour l'indication de l'élément sur lequel la vérification est effectuée.
- **Nouvelle option pour ignorer le moment de flexion dans le calcul des poutres articulées** - Meilleur contrôle du type d'efforts utilisés pour les vérifications.

3. Nouvelles fonctionnalités de calcul

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

3.1. Estimation des émissions de carbone

Calcul des émissions de CO2 sur la base des coefficients de carbone saisis pour les matériaux ou les éléments, avec des résultats sous forme graphique et de notes.

Pour donner suite à son engagement à construire un avenir plus durable, Advance Design est maintenant équipé d'un nouveau dispositif de calcul des émissions de CO2. L'objectif principal de ce nouvel outil est de faciliter la détermination des valeurs de carbone inhérentes aux éléments structurels. Ce nouvel outil aidera les ingénieurs à mieux évaluer l'impact environnemental des choix qu'ils font en matière d'éléments structurels et de matériaux de construction.

Le principe fondamental d'un calcul du carbone inhérent consiste généralement à multiplier la quantité de chaque matériau par un coefficient carbone (normalement mesuré en kgCO2e par kg de matériau). Comme le carbone inhérent associé à l'étape de production est celui qui contribue le plus au bilan carbone inhérent d'une structure, on utilise pour les calculs les coefficients de carbone de l'étape de production (coefficients de carbone pour l'étape de production - modules A1-A3).

Remarque: *Le mécanisme de définition des données, le calcul et la présentation des résultats sont identiques à ceux des estimations de coûts (vous trouverez plus d'informations sur les estimations de coûts dans le paragraphe suivant).*

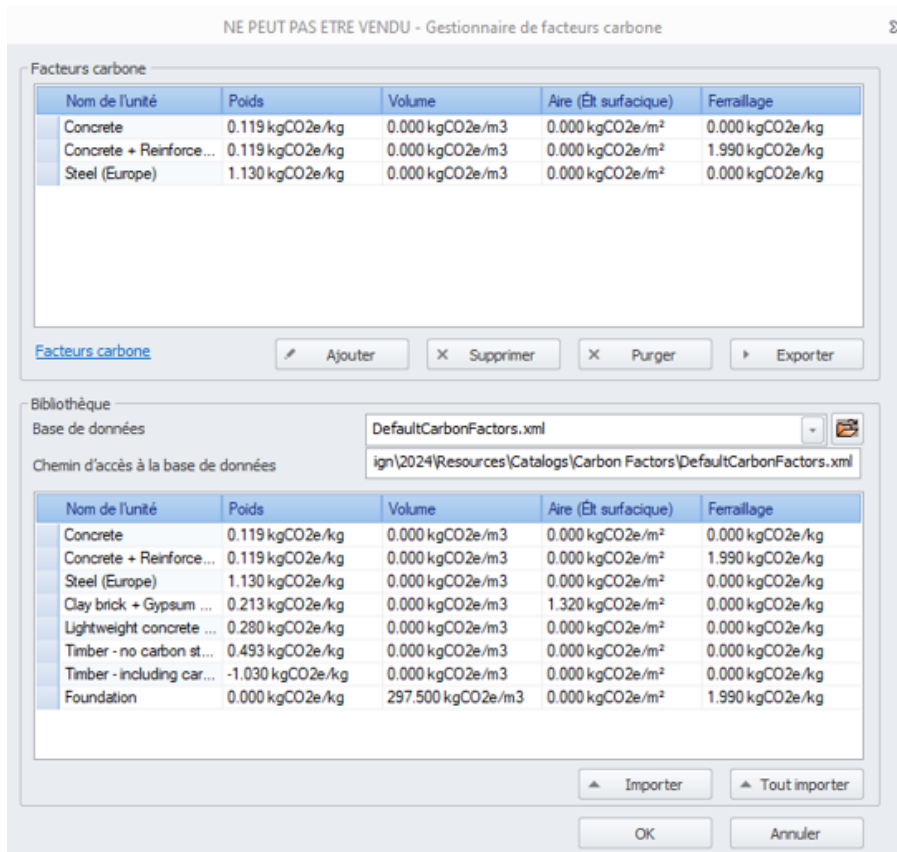
Définition des facteurs carbone

La procédure générale de définition des données pour l'estimation du CO2 consiste à préparer une liste d'ensembles de données avec des coefficients de carbone spécifiques, puis à les attribuer à des matériaux individuels ou, éventuellement, à des éléments structurels.

La préparation de la liste des ensembles de données se fait avec l'aide d'un gestionnaire dédié au facteur carbone. Il peut être ouvert à partir du groupe *Matériaux et sections* du ruban *Gestion*.



La fenêtre de gestion du facteur carbone est divisée en deux parties. La partie supérieure contient les ensembles de données ajoutés et utilisés dans le projet, tandis que la partie inférieure montre les entrées disponibles dans la base de données sélectionnée.



Gestionnaire des facteurs carbonés

Dans cette partie supérieure, nous pouvons soit importer des données à partir de la base de données, soit ajouter un nouvel ensemble de données en utilisant le bouton *Ajouter*, puis nous remplissons le nom de l'ensemble de données et les émissions de CO2 par unité de poids, de volume ou de surface (pour les éléments surfaciques), ainsi que les valeurs correspondant au poids du ferrillage.

Bien que dans la plupart des cas nous utilisons des facteurs de carbone basés sur le poids du matériau (ces données sont généralement fournies par les fabricants et autres institutions), dans des cas particuliers nous pouvons utiliser des coefficients basés sur le volume ou la surface. Ce qui est important, c'est que nous pouvons combiner les facteurs - par exemple, si pour un mur ou une dalle, nous voulons prendre en compte des éléments de revêtement, alors en plus de la valeur basée sur le poids, nous pouvons ajouter dans la même position une valeur dépendant de la surface. Pour les éléments en béton, nous pouvons introduire simultanément le facteur carbone pour le ferrillage. Cela nous permet d'obtenir une valeur de CO2 incluant le ferrillage, basée sur la quantité d'acier calculée lors du calcul béton pour cet élément.

Dans la partie inférieure de ce gestionnaire, nous pouvons voir les ensembles de données disponibles pour la bibliothèque sélectionnée. Chaque utilisateur peut préparer et gérer de manière indépendante le contenu des données de la bibliothèque.

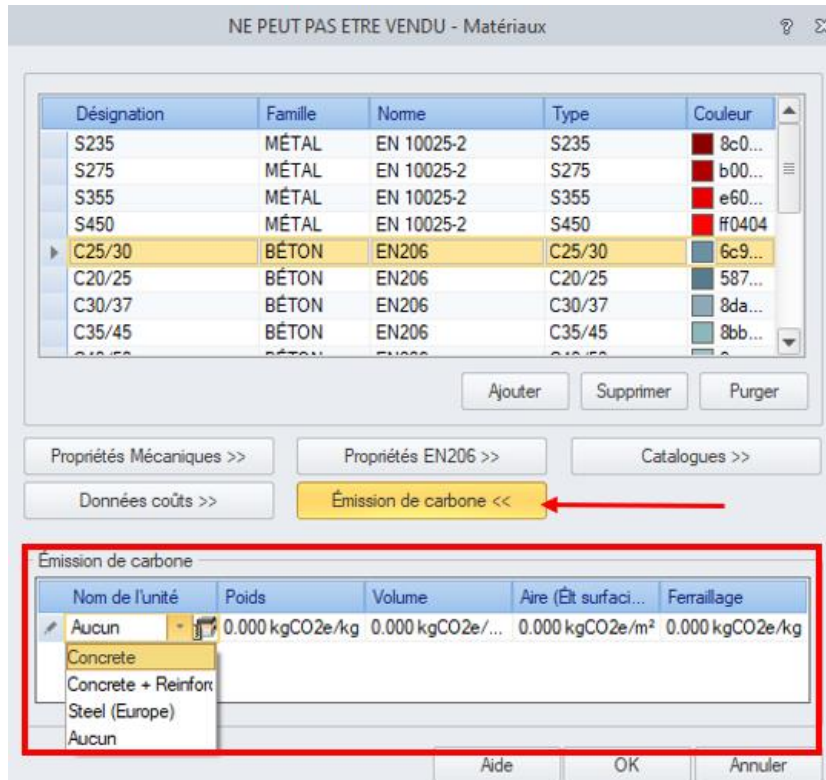
NOTE: *Advance Design fournit une bibliothèque d'exemples avec une liste d'exemples de valeurs moyennes des facteurs carbone de l'étape de production pour les matériaux sélectionnés. Il est important de se rappeler que les facteurs pour de nombreux matériaux dépendent fortement d'informations complémentaires, telles que le lieu et la méthode de production, l'utilisation de recyclage, le type d'ingrédients (par ex. le ciment), etc. Par conséquent, pour une estimation précise, il convient d'utiliser les données appropriées fournies par les fabricants. Notez également que pour certaines localités, les réglementations du pays peuvent imposer l'utilisation d'autres données officielles.*

Attribution des facteurs carbone

Il existe deux méthodes d'attribution des facteurs carbone : par l'affectation à des matériaux ou par l'affectation à des éléments (filaires / surfaciques / appuis / paroi).

Lorsque des facteurs carbones sont attribués à des **Matériaux** (par exemple du béton C25/30), ces valeurs sont utilisées pour tous les objets fabriqués avec ce matériau.

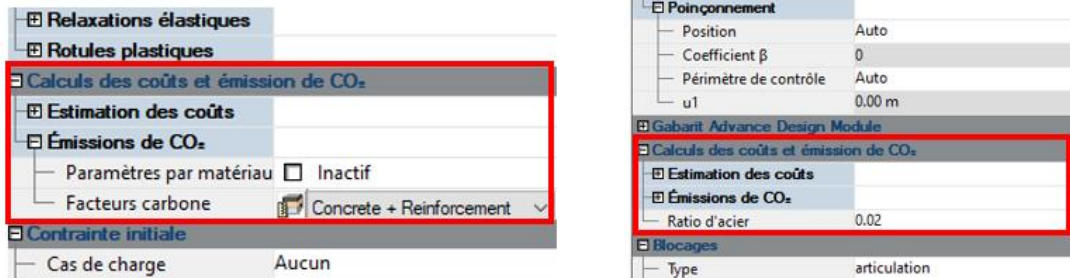
Pour cela, le gestionnaire de matériaux comprend désormais une nouvelle section sur les émissions de carbone où nous pouvons attribuer un ensemble de données de CO₂ spécifique pour chaque matériau en sélectionnant dans une liste déroulante les ensembles de données disponibles.



Attribution d'un ensemble de données d'émissions de CO₂ à un matériau

Par défaut, chaque élément structurel hérite des émissions de CO₂ de son matériau. Toutefois, nous pouvons passer outre et imposer un autre ensemble de données pour les éléments sélectionnés. L'attribution d'ensembles de données avec des facteurs carbone aux éléments sélectionnés se fait à l'aide de nouvelles options spécifiques disponibles dans la liste des propriétés de l'élément.

Il est intéressant de noter qu'il est également possible de déterminer les facteurs de carbone pour les fondations, bien qu'ils ne soient pas définis ou présentés séparément dans le modèle. Pour ce faire, les paramètres disponibles dans les propriétés des appuis sont utilisés, notamment les dimensions et le matériau des fondations. Notez que dans le cas des fondations, le ratio de ferrailage qui pourrait être utilisé pour les estimations doit être défini manuellement, alors que pour les autres éléments (poutres, poteaux, dalles), il est calculé automatiquement lors du calcul béton.

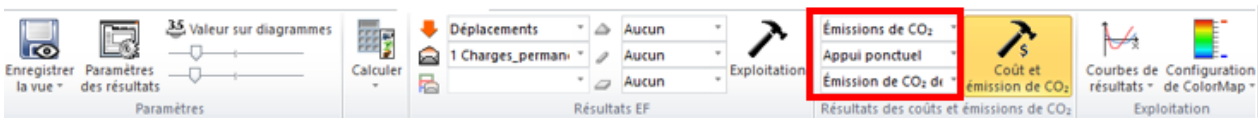


Remplacement des facteurs carbone par défaut d'un élément filaire (à gauche) et d'un appui (à droite)

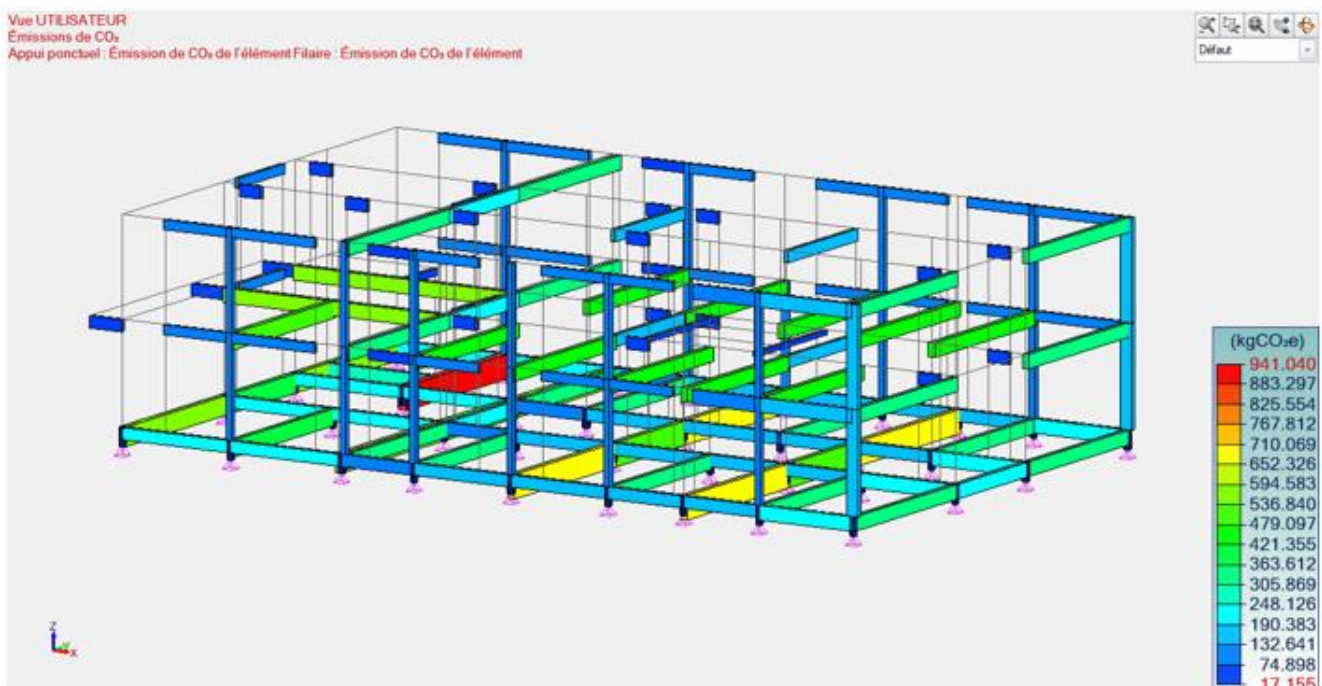
Résultats

Les résultats des calculs sont disponibles graphiquement et sous forme de tableaux dans les notes.

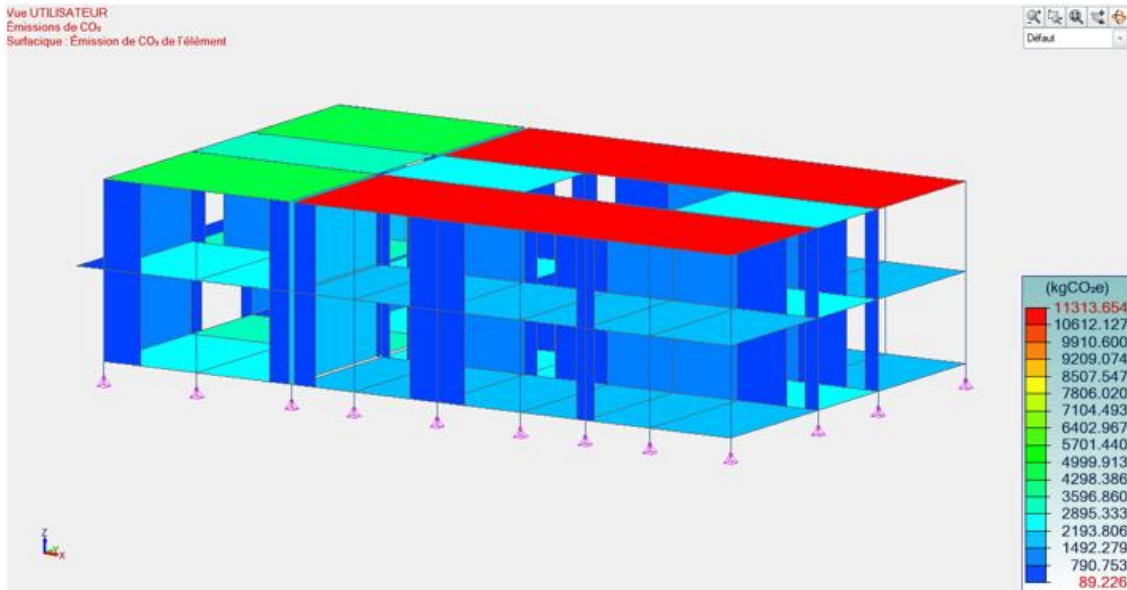
Pour les résultats graphiques, dans le ruban *Résultats*, une nouvelle section pour Coût et émissions de CO₂ est présente.



Nous pouvons afficher les résultats des émissions de CO₂ des appuis ponctuels et linéaires, des éléments filaires et surfaciques, et des parois. Les valeurs des résultats peuvent être affichées par élément, par unité de longueur (pour les éléments filaires), par unité de surface (pour les éléments surfaciques), par unité de volume et par unité de poids.



Émissions de CO₂ des éléments filaires affichées par élément



Émission de CO₂ des éléments surfaciques affichés par élément

Pour les tableaux et les notes, Advance Design peut générer des tableaux d'émissions de CO₂. Les résultats sous forme de tableaux peuvent être présentés par matériau, par type d'élément et par système.

Estimation des émissions de CO ₂ pour les matériaux						
Matériau	Émission/Poids (kgCO ₂ e/kg)	Émission/Volume (kgCO ₂ e/m ³)	Émission/Aire (kgCO ₂ e/m ²)	Volume (m ³)	Poids (kg)	Émissions de CO ₂ (kgCO ₂ e)
BETON (Concrete)	0.119	0.000	0.000	660.12	1682843	200258.280
C25/30 (Foundation)	0.000	297.500	0.000	10.80	27000	3213.000
PARPAINGC (Lightweight concrete blocks)	0.280	0.000	0.000	58.64	107629	30136.236
Total				729.56	1817472	233607.516

Tableau des estimations des émissions de CO₂ par matériau

Estimation des émissions de CO ₂ par type d'élément			
Type	Volume (m ³)	Poids (kg)	Émissions de CO ₂ (kgCO ₂ e)
Éléments filaires	113.81	290128	34525.271
Éléments surfaciques	604.95	1500344	195869.246
Fondations	10.80	27000	3213.000
Total	729.56	1817472	233607.516

Tableau des estimations des émissions de CO₂ par type d'élément

Estimation des émissions de CO ₂ par système		
Système n°	Nom du système	Émissions de CO ₂ (kgCO ₂ e)
2	POUTRE	17862.127
3	POTEAU	617.577
5	POUTRE	9881.390
6	POTEAU	1211.339
8	POUTRE	3850.559
9	POTEAU	1102.279
10	DALLE	43321.104
11	VOILE	33342.386
12	DALLE	43847.293
13	VOILE	34681.152
14	DALLE	40677.310
15	APPUI	3213.000
Total		233607.516

Tableau des estimations des émissions de CO₂ par système

3.2. Estimation des coûts

Calcul des coûts sur la base des prix unitaires des matériaux ou des éléments, avec des résultats sous forme graphique et de notes.

Advance Design est désormais équipé d'un nouveau dispositif de calcul des coûts. Ce nouvel outil aidera les ingénieurs à mieux évaluer l'impact économique des choix qu'ils font en matière d'éléments structurels et de matériaux de construction.

Le principe de **l'estimation des coûts** est simple : il s'agit de multiplier la quantité de chaque matériau par un prix unitaire. Pour cela, nous devons définir des coûts unitaires spécifiques, puis les affecter à des matériaux individuels ou, éventuellement, à des éléments structurels. Les résultats des calculs sous forme de tableaux sont disponibles à la fois dans les modèles descriptif et analytique, tandis que les résultats sous forme de graphiques ne sont disponibles que dans le modèle analytique. Veuillez noter que les valeurs provenant du ferrailage des éléments en béton ne sont disponibles que si nous avons effectué une analyse béton sur ces éléments.

NOTE : *Le mécanisme de définition des données, la méthode de calcul et la présentation des résultats sont identiques aux estimations des émissions de carbone (vous trouverez plus d'informations sur les estimations de CO2 dans le paragraphe précédent).*

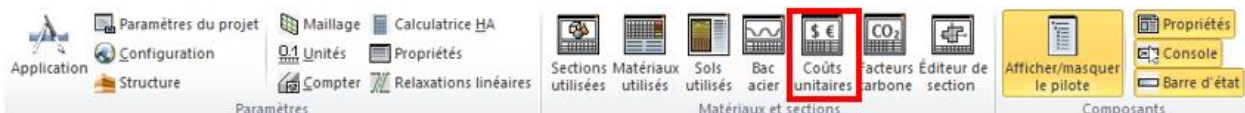
Possibilité de définir une unité monétaire

Afin de pouvoir définir correctement la devise utilisée pour les estimations de coûts, un nouveau type d'unité, Devise, est désormais disponible dans la fenêtre Définition des unités de travail

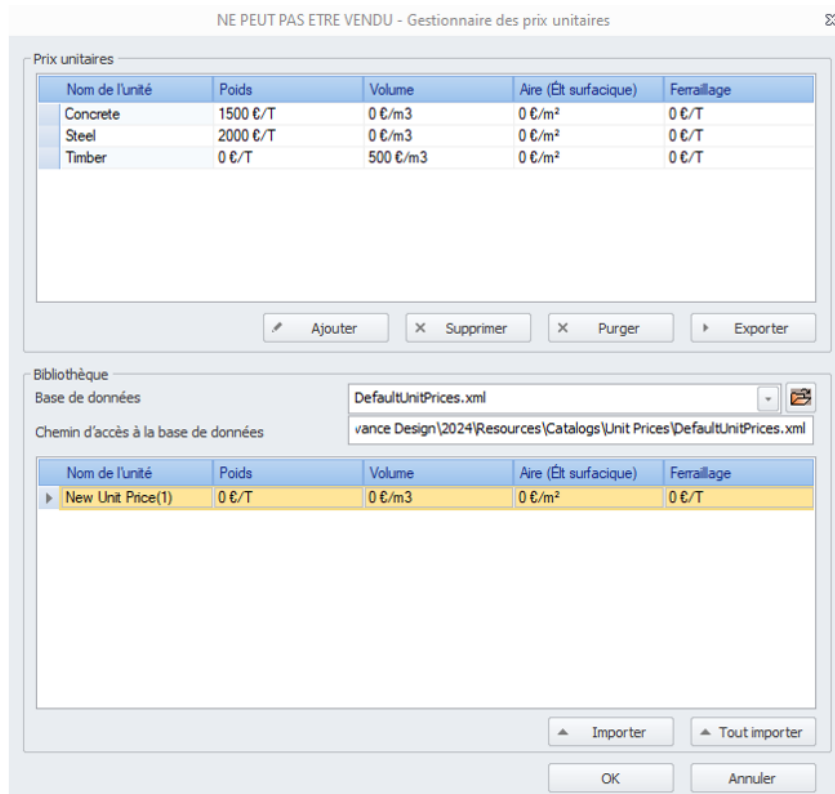
Espacement des aciers	Centimètre	0.0
Enrobage	Centimètre	0.0
Diamètre des aciers	Millimètre	0
Section d'acier	Centimètre ²	0.00
Rigidité en translation	kN/m	0.00
Rigidité en rotation	kN*m/°	0.00
Devise	€	0

Définition des prix unitaires

La préparation de la liste des ensembles de données avec des prix unitaires se fait à l'aide d'un gestionnaire de prix unitaires dédié. Il peut être ouvert à partir du groupe *Matériaux et sections* du ruban *Gestion*.



La fenêtre du gestionnaire des prix unitaires est divisée en deux parties. La partie supérieure contient les ensembles de données ajoutés et utilisés dans le projet, tandis que la partie inférieure montre les entrées disponibles dans la base de données sélectionnée.



Gestionnaire des prix unitaires

Dans la partie supérieure, nous pouvons soit importer des données à partir de la base de données, soit ajouter un nouvel ensemble de données à l'aide du bouton *Ajouter*. Lorsque nous ajoutons un nouvel ensemble de données, nous devons indiquer le nom, le prix par unité de poids, de volume ou de surface (pour les éléments surfaciques), et éventuellement une valeur correspondant au poids du ferrailage.

Il est possible de combiner des prix unitaires - par exemple, si l'on souhaite prendre en compte le coût des éléments de revêtement d'un mur, il est possible d'ajouter dans le même ensemble, en plus du prix par poids, une valeur dépendant de la surface. Pour les éléments en béton, nous pouvons simultanément saisir le prix unitaire du ferrailage, ce qui nous permet d'obtenir le coût du ferrailage, sur la base de la quantité d'acier calculée lors du calcul béton.

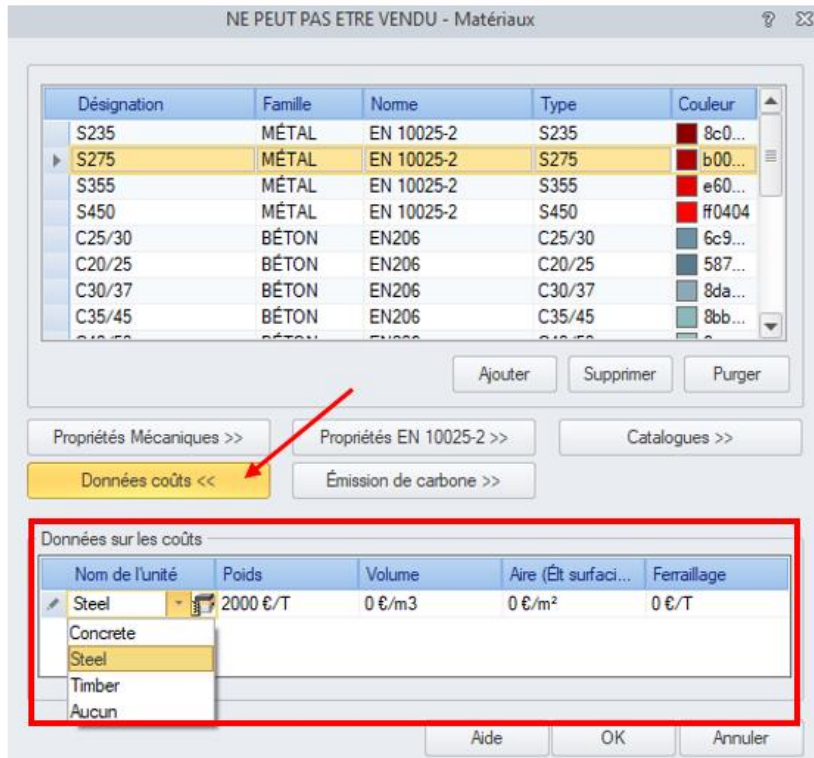
Dans la partie inférieure de ce gestionnaire, nous pouvons voir les ensembles de données disponibles dans la bibliothèque sélectionnée. Chaque utilisateur peut préparer et gérer le contenu des données de la bibliothèque. Notez que par défaut, la bibliothèque des coûts unitaires ne contient aucune valeur.

Attribution de prix unitaires

Il existe deux méthodes d'attribution des prix unitaires : par l'affectation à des matériaux ou par l'affectation à des éléments (filaires / surfaciques / appuis / paroi).

Lorsque des prix unitaires sont affectés à des **Matériaux**, ces valeurs sont utilisées pour tous les éléments fabriqués à partir de ce matériau.

Pour ce faire, le gestionnaire de matériaux comprend désormais une nouvelle section "Données de coût" dans laquelle nous pouvons attribuer un ensemble de données spécifique à chaque matériau en le sélectionnant à partir d'une liste déroulante.



Affectation d'un ensemble de données de coûts à un élément sélectionné

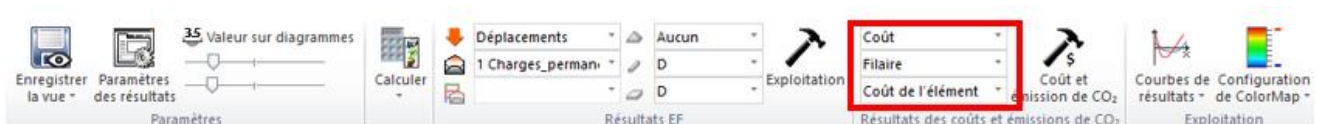
Par défaut, chaque élément structurel hérite du prix unitaire de son matériau. Toutefois, nous pouvons passer outre et imposer d'autres ensembles de données pour les éléments sélectionnés. L'attribution de séries de données de prix unitaires aux éléments sélectionnés se fait à l'aide de nouvelles options dédiées disponibles dans la fiche des propriétés de l'élément. Comme c'est le cas pour les estimations de carbone, il est également possible de déterminer le coût des fondations, en utilisant les paramètres disponibles dans les propriétés de l'appui.



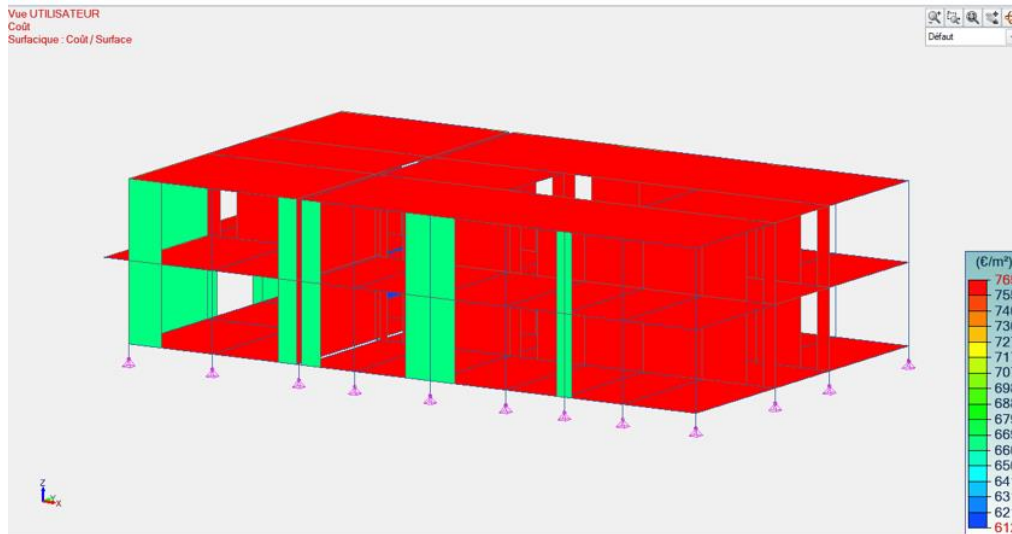
Remplacement des prix unitaires par défaut dans la fiche de propriétés d'un élément filaire

Résultats

Les résultats des calculs sont disponibles graphiquement et sous forme de tableaux dans les notes. Pour les résultats graphiques, dans le ruban *Résultats*, une nouvelle section pour Coût et émissions de CO2 est présente.



De même, comme pour les estimations de carbone, nous pouvons afficher les résultats de l'estimation des coûts sur des appuis ponctuels et linéaires, des éléments filaires et surfaciques, et des parois. Les valeurs des résultats peuvent être affichées par élément, par unité de longueur (pour les éléments filaires), par unité de surface (pour les éléments surfaciques), par unité de volume et par unité de poids.



Coût des éléments surfaciques affichés par unité de surface

Pour les tableaux et les notes, Advance Design peut générer des tableaux d'estimation des coûts. Les résultats sous forme de tableaux peuvent être présentés par matériau, par type d'élément et par système.

Estimation des coûts des matériaux						
Matériau	Coût/Poids (€/T)	Coût/Volume (€/m³)	Coût/Aire (€/m²)	Volume (m³)	Poids (T)	Coût (€)
BETON (Concrete)	1500	0	0	650.46	1658	2487316
BETON (Rafters)	2200	0	0	9.66	25	54190
C25/30	0	0	0	10.80	27	0
PARPAINGC (Concrete bloc)	1800	0	0	58.64	108	193733
			Total	729.56	1817	2735239

Tableau des estimations de coûts par matériau

Estimation des coûts par type d'élément			
Type	Volume (m³)	Poids (T)	Coût (€)
Éléments filaires	113.81	290	452435
Éléments surfaciques	604.95	1500	2282804
Fondations	10.80	27	0
Total	729.56	1817	2735239

Tableau d'estimation des coûts par type d'élément

Estimation des coûts par système		
Système n°	Nom du système	Coût (€)
2	POUTRE	225153
3	POTEAU	11417
5	POUTRE	124555
6	POTEAU	22394
8	POUTRE	48536
9	POTEAU	20378
10	DALLE	546064
11	VOILE	326145
12	DALLE	552697
13	VOILE	345159
14	DALLE	512739

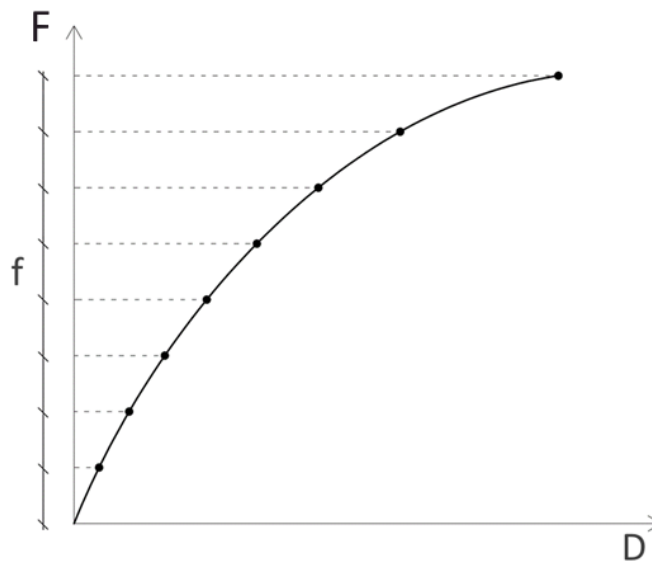
Tableau d'estimation des coûts par système

3.3. Analyse non linéaire par contrôle de déplacement

Possibilité d'effectuer des calculs non linéaires en utilisant des incréments de déplacement, ce qui permet d'analyser correctement des problèmes hautement non linéaires avec des comportements post-crête et de gérer facilement les problèmes de discontinuité.

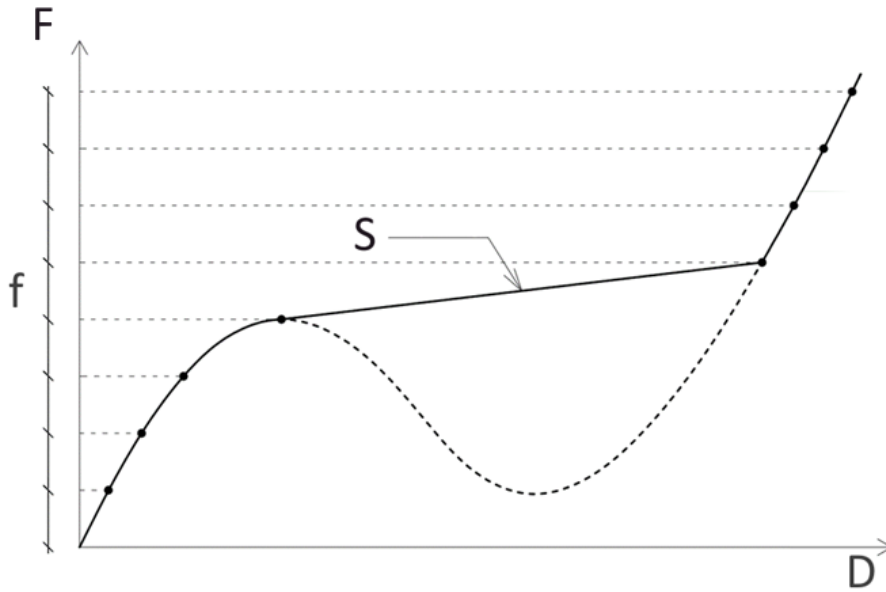
Contexte technique

Jusqu'à présent, Advance Design effectuait une analyse non linéaire en utilisant une approche de contrôle d'effort de type Newton-Raphson. Cette méthode numérique est la technique classique et la plus utilisée en analyse non linéaire. Elle consiste à diviser les charges appliquées sur la structure par des incréments d'efforts égaux. Ensuite, à chaque étape de l'analyse, un effort supplémentaire est ajouté et la structure est analysée de manière non linéaire. D'où le nom de contrôle des efforts.



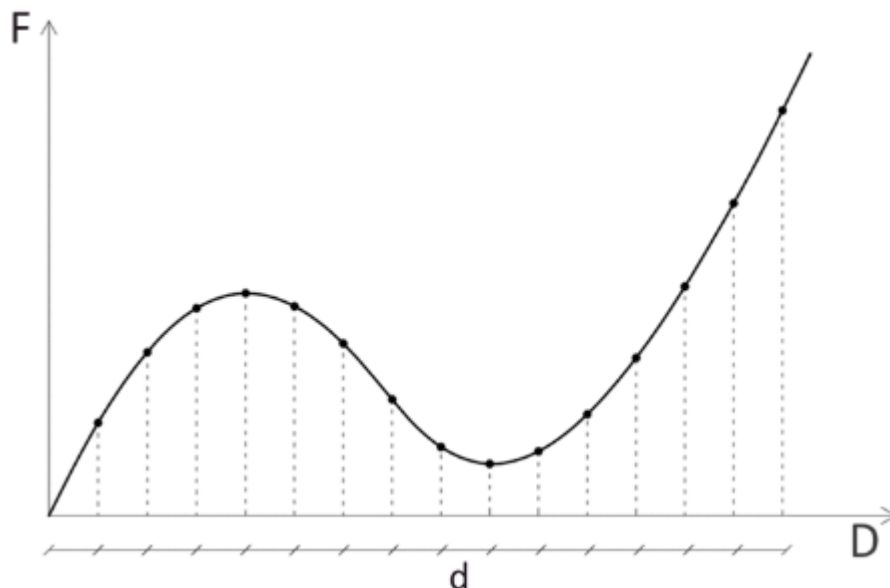
Exemple d'analyse non linéaire de contrôle d'effort
(F - Effort, D - Déplacement, f - Pas d'incrément égaux)

L'analyse du contrôle d'effort a des limites. Comme les charges appliquées sur la structure augmentent de manière égale à chaque pas, cette méthode ne peut pas être utilisée pour les structures qui présentent une chute de charge (due à un flambement, à une perte de résistance ou à une défaillance d'un appui...). La figure ci-dessous présente la courbe non linéaire d'effort ainsi que la courbe des déplacements d'une structure présentant une chute de charge. Étant donné qu'il doit toujours augmenter les efforts, le solveur de contrôle d'effort présente un comportement discontinu et ne peut pas saisir la partie affaissée de la réponse structurelle (ligne en pointillé dans la figure ci-dessous).



Solveur de contrôle de l'effort présentant une discontinuité (S) et ne pas tenant pas compte de la partie affaissée de la réponse structurelle

Pour faire face à ce type de problèmes dans l'analyse non linéaire, Advance Design est maintenant équipé d'un nouveau solveur par contrôle de déplacement. Avec cette nouvelle approche, des charges sont appliquées à la structure et un déplacement cible est fixé pour un nœud de contrôle choisi sur la structure. Ce déplacement cible est divisé en incréments de déplacement égaux. Pour chaque étape de l'analyse, le solveur non linéaire tentera d'augmenter/diminuer toutes les charges appliquées à la structure afin d'obtenir l'incrément de déplacement requis au nœud de contrôle choisi (d'où le nom de contrôle de déplacement, voir la figure suivante). À chaque étape, toutes les charges sont mises à l'échelle proportionnellement. En d'autres termes, le même facteur d'échelle est appliqué à toutes les charges. Ainsi, la répartition initiale de la charge est toujours respectée.



Solveur par contrôle de déplacement capturant l'ensemble de la réponse structurelle (F - Effort, D - Déplacement, d - Pas d'incrément de déplacement égaux)

Il est particulièrement important de noter que l'analyse par contrôle des déplacements est différente des charges de déplacement imposées. Pour une charge de déplacement imposée à un nœud, une charge ponctuelle est automatiquement créée sur le nœud concerné afin qu'il atteigne le déplacement imposé requis. Alors que pour l'analyse par contrôle de déplacement, toutes les charges sur la structure

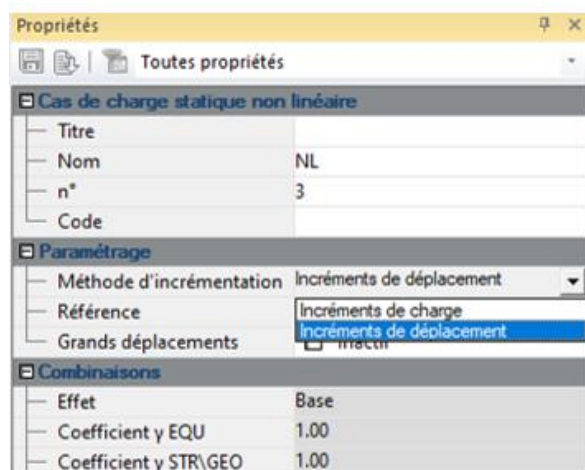
sont proportionnellement augmentées/diminuées pour satisfaire le déplacement cible du nœud de contrôle (aucune charge ponctuelle automatique n'est créée sur le nœud de contrôle).

Désormais, en contrôlant l'analyse non linéaire par des incréments de déplacement, les charges sur la structure peuvent être augmentées ou diminuées sans affecter la procédure de calcul. Ainsi, les structures avec chute de charge peuvent être entièrement étudiées à l'aide du solveur non linéaire par contrôle de déplacement.

Comment utiliser l'analyse par contrôle de déplacement dans Advance Design ?

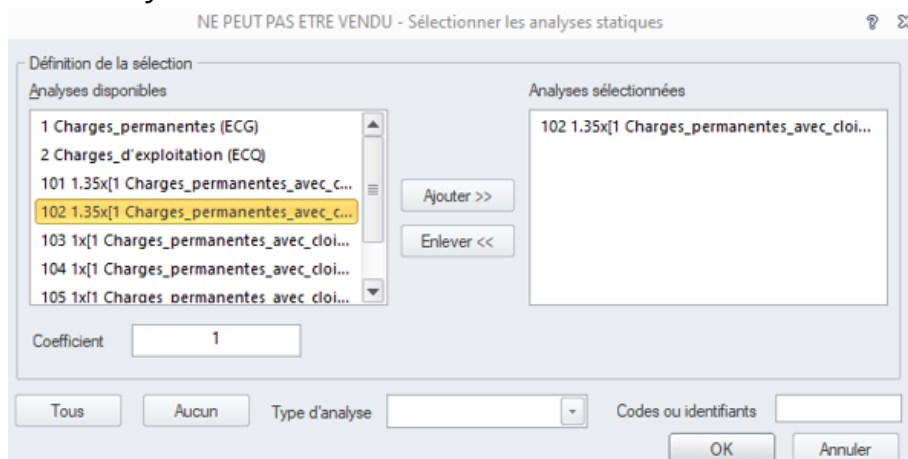
La mise en place d'une analyse non linéaire par contrôle de déplacement dans Advance Design est similaire à la création de l'analyse Newton-Raphson déjà existante. L'utilisateur doit effectuer les étapes suivantes :

1. Placer un point sur la structure qui servira d'indicateur de la position du nœud de contrôle du déplacement.
2. Créer une analyse statique non linéaire.
3. Dans le cas de la charge statique non linéaire, régler la méthode sur Incréments de déplacement



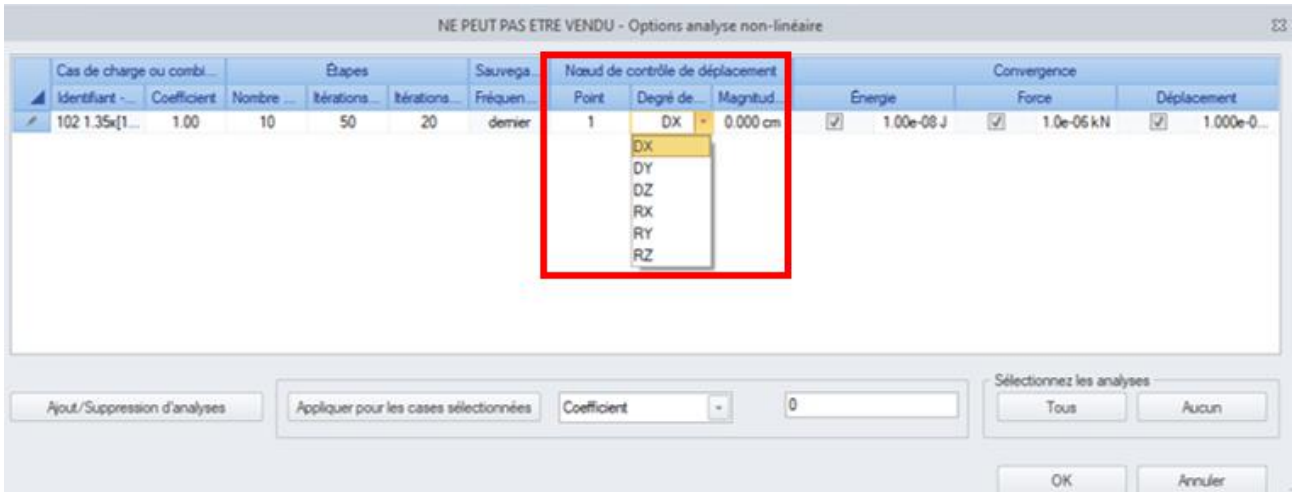
Sélection de l'analyse non linéaire par contrôle de déplacement

4. Dans les options d'analyse non linéaire, ajouter les charges/combinaisons à prendre en compte dans l'analyse non linéaire.



Sélection des cas de charge/combinaisons pour l'analyse non linéaire

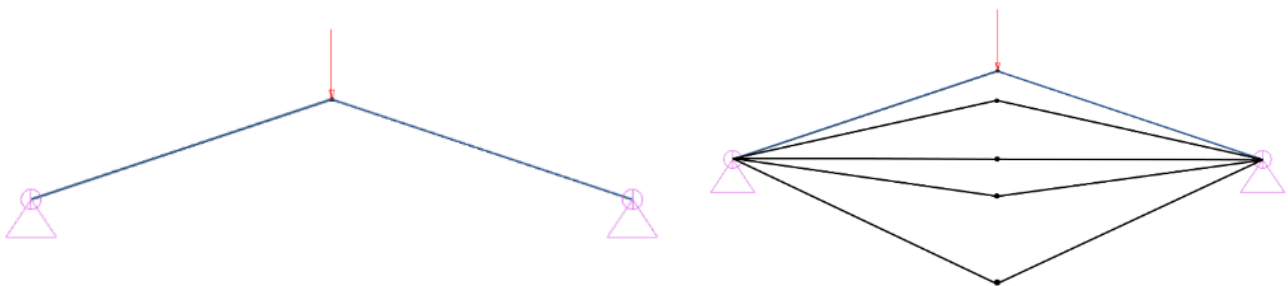
5. Pour chaque cas de charge/combo sélectionné(e), définir les paramètres de l'analyse non linéaire. Les nouveaux paramètres d'analyse pour le contrôle du déplacement concernent le nœud de contrôle du déplacement. L'utilisateur indique le numéro du nœud de contrôle (numéro d'identification du point créé à l'étape 1), spécifie le degré de liberté global sur lequel se produit le déplacement/la rotation contrôlé(e), puis définit la valeur cible du déplacement/de la rotation correspondant(e).



Paramètres d'analyse non linéaire pour le contrôle du déplacement

- **Exemple d'application 1 : Treillis de Von Mises - Flambement discontinu**

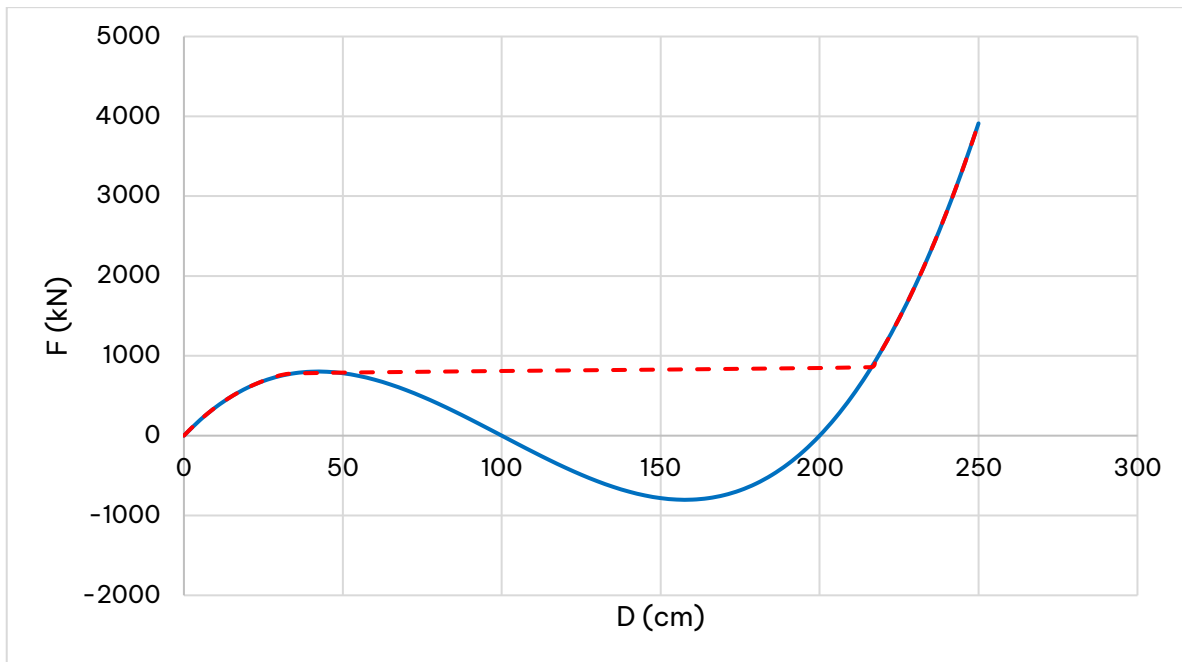
Pour commencer, prenons l'exemple d'une structure simple composée de deux barres et d'une charge verticale appliquée à leur nœud de connexion. Cette structure s'appelle le treillis de Von Mises.



Modèle de treillis de Von Mises et sa déformation progressive

La structure se déformera progressivement et un flambement se produira comme indiqué dans la figure ci-dessus. Une solution analytique (négligeant les effets dynamiques) existe pour le treillis de Von Mises et peut être utilisée comme référence pour les résultats d'Advance Design.

À cette fin, l'exemple a été recalculé dans Advance Design en utilisant les deux méthodes disponibles de calculs non linéaires, et le graphique suivant montre la courbe résultante de l'effort en fonction du déplacement du nœud. La ligne pointillée **rouge** présente la courbe de l'analyse non linéaire **par contrôle de l'effort** avec un déplacement important. La ligne **bleue** présente la courbe de l'analyse non linéaire par **contrôle de déplacement** avec un déplacement important, et elle est identique à la courbe de la solution analytique.

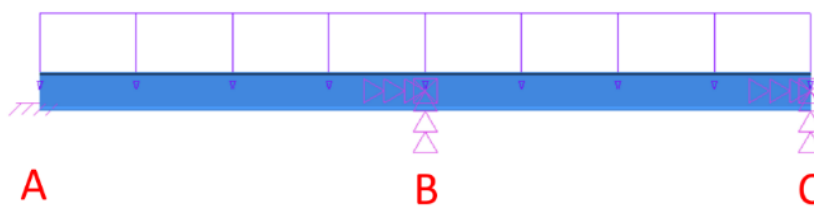


Courbe d'analyse de contrôle de l'effort (en pointillés rouge) et courbe d'analyse par contrôle de déplacement (bleu)

Il est clair que le solveur de contrôle de l'effort avait un problème de continuité et ne pouvait pas calculer la partie affaissée de la courbe effort-déplacement, alors que l'analyse par contrôle de déplacement est capable de gérer le flambement par continuité et de refléter avec précision l'ensemble de la réponse de la structure.

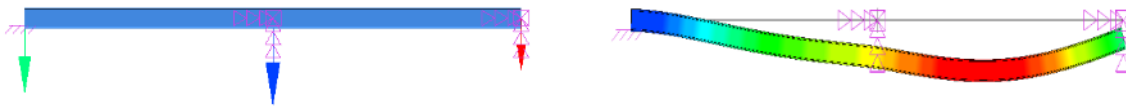
Exemple d'application 2 : Défaillance de l'appui

Considérons une poutre uniformément chargée avec un appui fixe (point A) et deux appuis verticaux non linéaires (aux points B et C). Chaque appui élastique se comporte de manière linéaire jusqu'à une certaine limite de capacité portante. Une fois cette limite atteinte, l'appui cède et relâche toutes ses réactions d'appui.



Poutre sur appui non linéaires (points B et C)

En utilisant Advance Design, nous voulons mener une analyse non linéaire étape par étape pour étudier la défaillance progressive des appuis et son effet sur la structure. Les deux appuis ont la même rigidité. Cependant, l'appui au point C a une capacité portante doublée. On s'attend donc à ce que la défaillance de l'appui au point B survienne en premier, puis celle du point C ensuite. En d'autres termes, lors d'itérations successives de calculs non linéaires, nous nous attendons à obtenir trois systèmes différents : la première dans laquelle tous les appuis fonctionnent, la deuxième dans laquelle l'appui central a cessé de fonctionner, et enfin la troisième dans laquelle l'appui élastique droit a également cessé de fonctionner.



Système 1 - Tous les appuis sont actifs



Système 2 - Défaillance de l'appui central

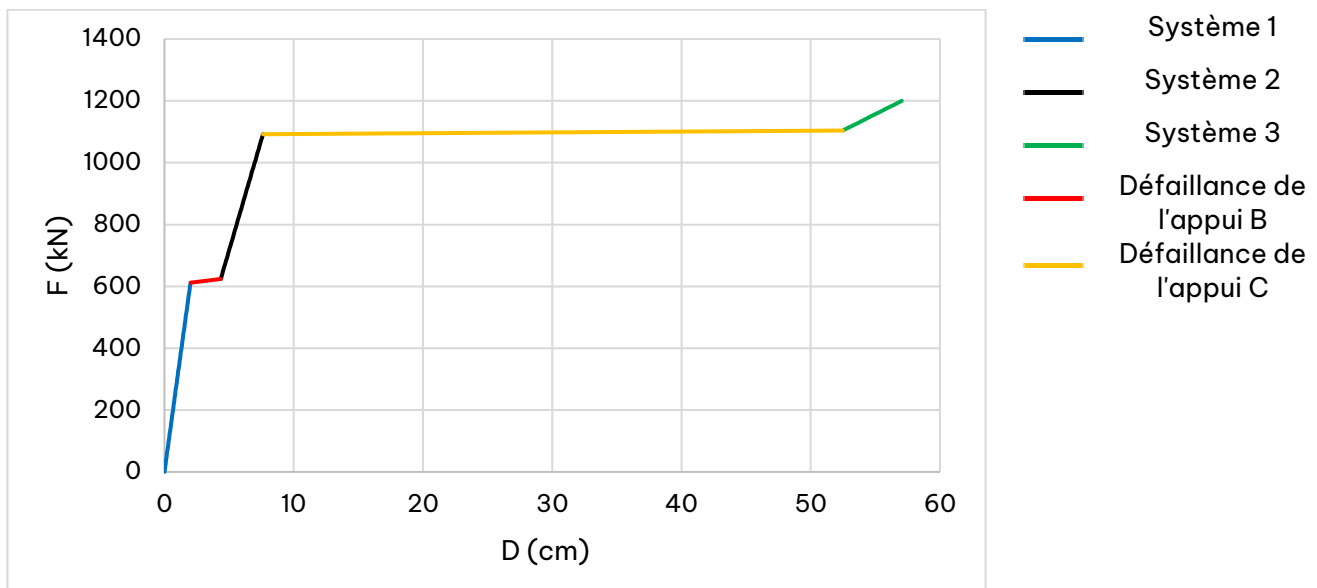


Système 3 - Défaillance de l'appui droit

L'effet dynamique de la défaillance de l'appui est négligé, et le point médian de la poutre (emplacement de l'appui B) est utilisé pour mesurer le déplacement vertical.

L'exemple a été recalculé dans Advance Design en utilisant les deux méthodes de calculs non linéaires disponibles.

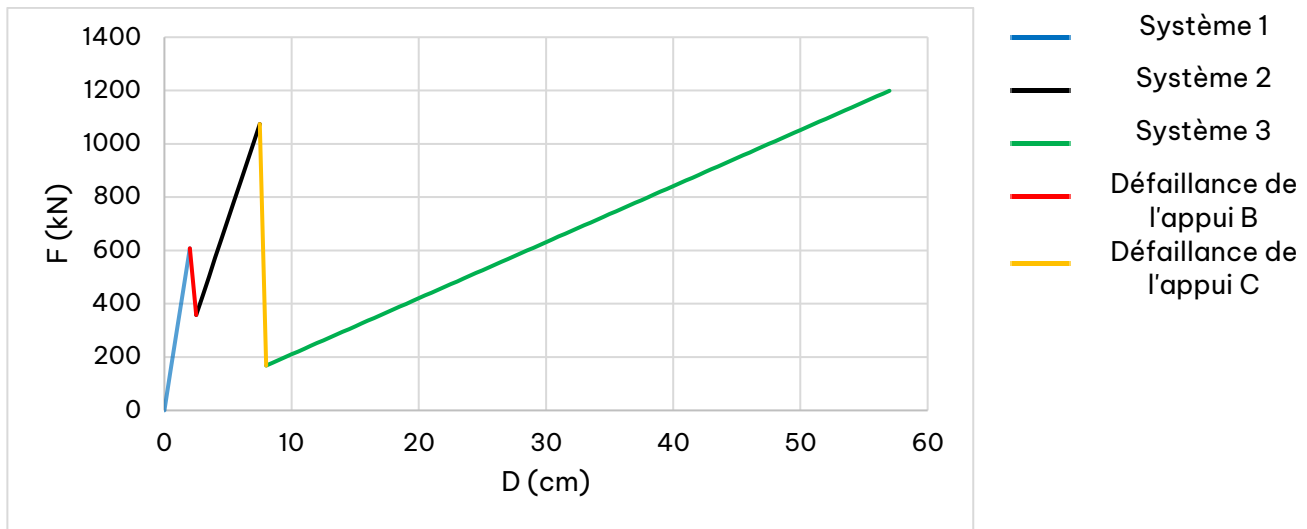
Tout d'abord, une analyse non linéaire par contrôle des efforts est effectuée dans Advance Design. La figure ci-dessous présente la courbe de l'effort total appliqué sur la structure en fonction du déplacement mesuré (la flèche verticale au milieu de la poutre).



Courbe effort/déplacement résultant de l'analyse non linéaire par contrôle de l'effort

On remarque que pour la défaillance des appuis B et C, le solveur par contrôle des efforts n'a pas pu faire baisser la charge appliquée sur la structure, mais qu'au contraire, un comportement discontinu est observé.

Ensuite, une analyse par contrôle de déplacement non linéaire est effectuée dans Advance Design. La figure ci-dessous présente la courbe de l'effort total appliqué sur la structure en fonction du déplacement mesuré.



Courbe effort/déplacement résultant de l'analyse non linéaire par contrôle du déplacement

Lors de la défaillance des ressorts B et C, le solveur par contrôle du déplacement a permis de diminuer la charge appliquée à la structure et d'éviter les problèmes de discontinuité.

Bien sûr, il ne s'agit que d'un exemple spécifique, mais il montre que certains projets peuvent donner des résultats différents dans certains champs d'application, en fonction de la méthode d'analyse non linéaire choisie. Grâce au nouveau solveur, Advance Design peut obtenir des résultats d'analyse corrects pour des problèmes hautement non linéaires avec des comportements post-crête et peut facilement gérer les problèmes de discontinuité.

3.4. Possibilité de définir des contraintes initiales sur les filaires par cas de charge

Une nouvelle façon de définir et de prendre en compte les contraintes initiales, facilitant la prise en compte des contraintes initiales dans les combinaisons, ainsi que leur impact sur le reste de la structure.

Dans les versions précédentes d'Advance Design, les contraintes initiales pour les éléments filaires servaient à augmenter localement les efforts internes de l'élément à des fins de dimensionnement. L'objectif principal étant la réalisation du calcul du dimensionnement de l'élément, cette hausse des efforts internes affectait uniquement l'élément qui les comportait, et aucune interaction avec d'autres éléments de la structure n'était prise en compte. En outre, les contraintes initiales étaient définies comme une propriété globale d'un élément filaire donné, ce qui posait des problèmes si elles ne devaient pas être incluses dans toutes les combinaisons.

Avec la nouvelle version, l'influence des contraintes initiales pour les éléments filaires est étudiée sur l'ensemble du système structurel et elle est prise en compte lors de l'analyse par éléments finis. Pour ce faire, un élément filaire avec des contraintes initiales tente de se déformer de manière à relâcher cette contrainte initiale. Trois scénarios sont possibles :

- L'élément est bloqué et ne peut pas se déformer - Dans ce cas, les contraintes initiales ne peuvent pas être levées et se manifestent sous forme de contraintes internes dans l'élément.
- L'élément est relié à d'autres éléments structurels - Dans ce cas, l'élément se déforme de manière à relâcher partiellement les contraintes initiales. Toutefois, en procédant de la sorte,

les autres éléments structurels seront soumis à des contraintes. Un équilibre énergétique s'établit entre le relâchement des contraintes initiales de l'élément filaire et l'augmentation des contraintes dans les autres éléments de la structure.

- L'élément est libre de se déformer - Dans ce cas, l'élément se déforme librement de manière à relâcher les contraintes initiales.

À partir d'Advance Design 2024, les contraintes initiales des éléments filaires sont liées à un cas de charges. Précédemment, elles étaient définies comme étant une propriété d'un élément filaire, mais nous avons désormais la possibilité de choisir le cas de charge auquel elles appartiennent.

☐ Contrainte initiale	
— Cas de charge	1-Q
— Contrainte normale uniforme σ_{xx}	20.00 MPa
— Gradient y de la contrainte normale σ_{xx}	0.00 MPa/m
— Gradient z de la contrainte normale σ_{xx}	0.00 MPa/m

Définition des contraintes initiales

Trois types de contraintes initiales sont disponibles :

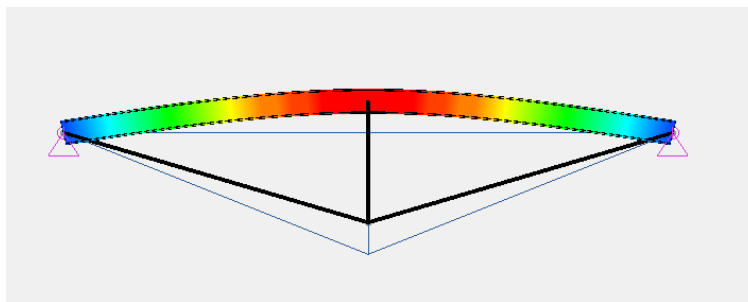
- Contrainte normale uniforme σ_{xx} - Contrainte normale initiale répartie uniformément sur toute la section
- Gradient y de la contrainte normale σ_{xx} - Variation de la contrainte normale initiale par unité de longueur de section dans la direction locale y (similaire au gradient de contrainte axiale généré par le moment de flexion autour de la direction locale y).
- Gradient z de la contrainte normale σ_{xx} - Variation de la contrainte normale initiale par unité de longueur de section dans la direction locale z (similaire au gradient de contrainte axiale généré par le moment de flexion autour de la direction locale z).

L'exemple suivant vous permettra de comprendre le fonctionnement des contraintes initiales.

Considérons une poutre simple avec des barres précontraintes - il s'agit d'une poutre horizontale à une seule travée avec deux barres précontraintes et une barre verticale.



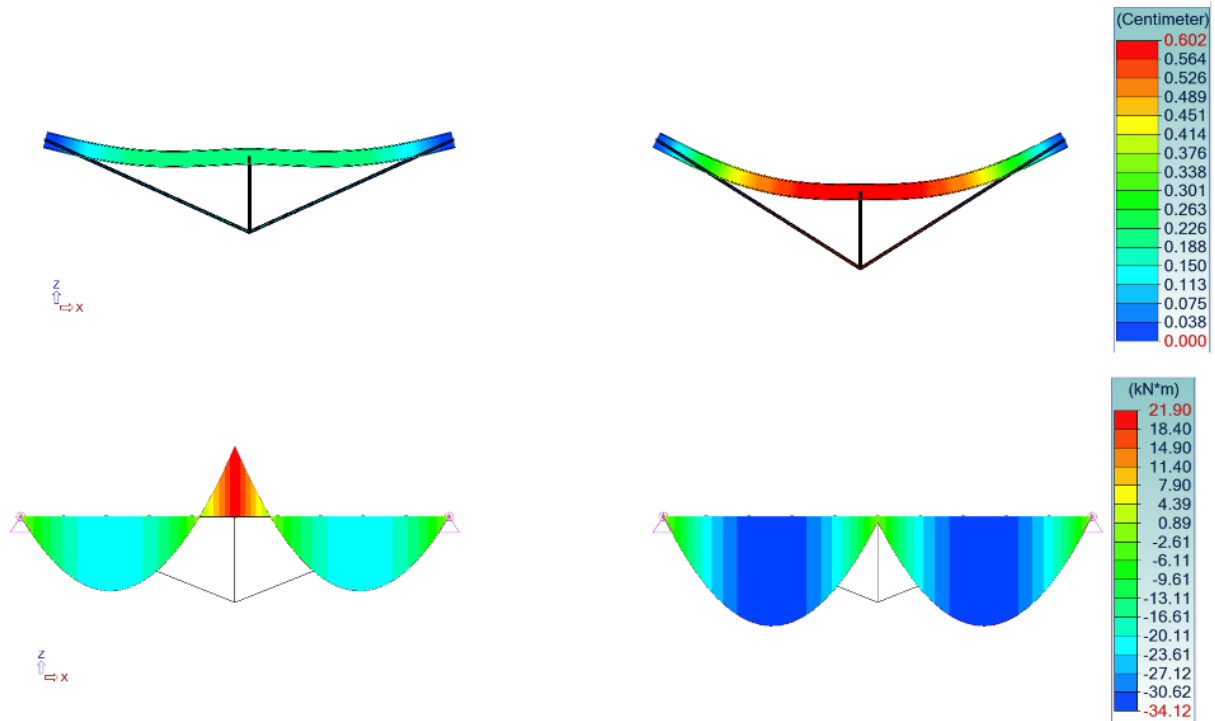
Il en résulte qu'une partie des contraintes provenant de ces barres a été distribuée à l'ensemble du système par l'intermédiaire de l'élément vertical, ce qui entraîne une déformation de la poutre vers le haut. En d'autres termes, sous l'effet des contraintes initiales (précontrainte), la poutre aura une flèche initiale vers le haut.



Flèche de la poutre due à la précontrainte

Lorsque des charges gravitaires seront appliquées à la poutre, celle-ci présentera une flèche plus faible et un moment de flexion plus petit par rapport à un système sans barres précontraintes.

Dans la comparaison ci-dessous, vous pouvez voir les flèches et les moments de flexion de la poutre dans les deux cas - avec des barres précontraintes (à gauche) et sans barres précontraintes (à droite).



Flèches (en haut) et moments de flexion (en bas) pour un exemple avec des barres précontraintes (à gauche) et sans barres précontraintes (à droite)

3.5. Meilleure prise en charge de la torsion dans les coques

Amélioration de la définition des éléments finis de type coque, grâce à la capacité des éléments de type coque à intégrer les moments de torsion transmis par les éléments perpendiculaires de type poutre.

La torsion d'un nœud de coque est le degré de liberté de rotation autour de l'axe local perpendiculaire à l'élément fini coque.

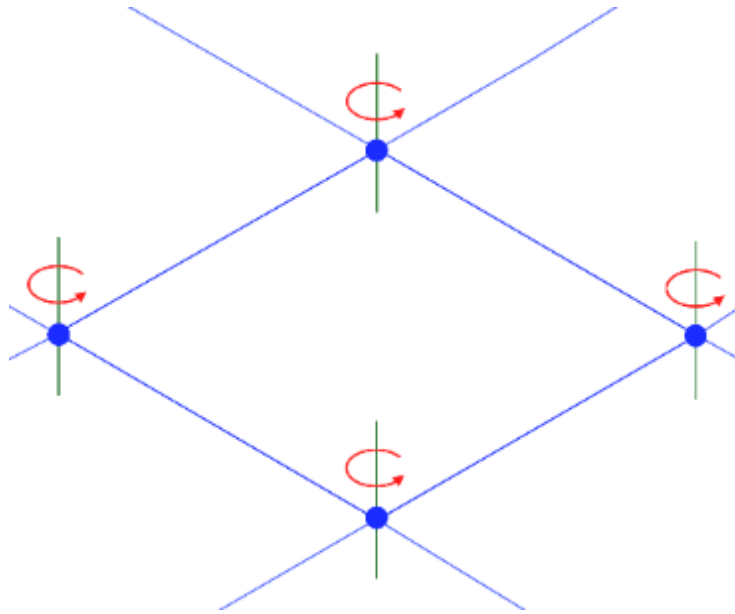
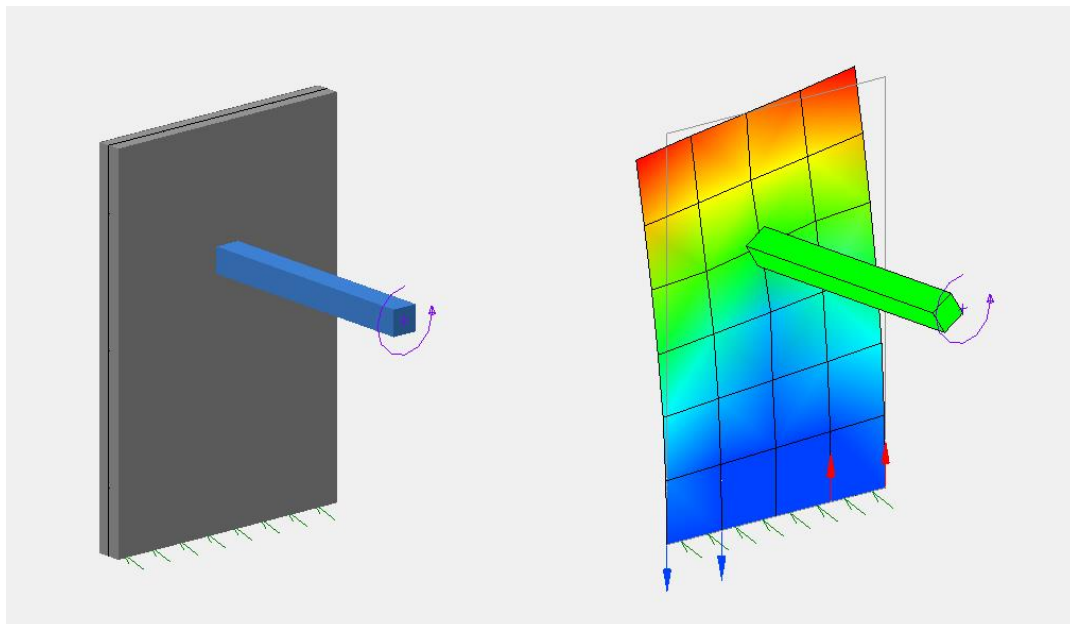


Illustration de la torsion dans un élément coque Q4

Advance Design 2024 utilise une nouvelle et meilleure formulation pour calculer cette torsion. Cette modification améliore légèrement la précision des calculs et a un effet positif sur la convergence des calculs non linéaires. Toutefois, le principal avantage est que les éléments coque sont désormais capables de tenir compte des moments de torsion transmis par des éléments perpendiculaires.



Exemple de poutre transmettant un moment de torsion à un élément coque dans Advance Design 2024

4. Amélioration de l'expertise métal

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

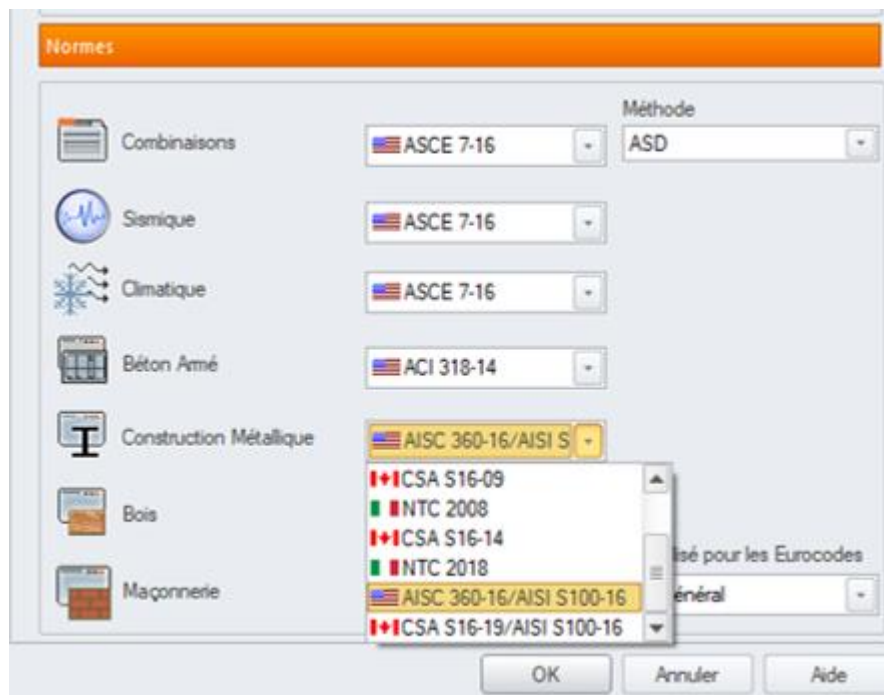
4.1. Vérification des sections d'acier formées à froid selon l'AISI S100

Possibilité d'effectuer la vérification normalisée des profilés en acier formés à froid selon la norme américaine AISI S100-16.

Avec Advance Design 2024, la possibilité d'une vérification normalisée des profilés formés à froid pour l'Amérique du Nord a été ajoutée. Les calculs sont basés sur la spécification AISI S100-16 (American Iron and Steel Institute - North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural members, 2016 Edition) et sur l'utilisation du manuel AISI -- Cold-Formed Steel Design, 2017 Edition.

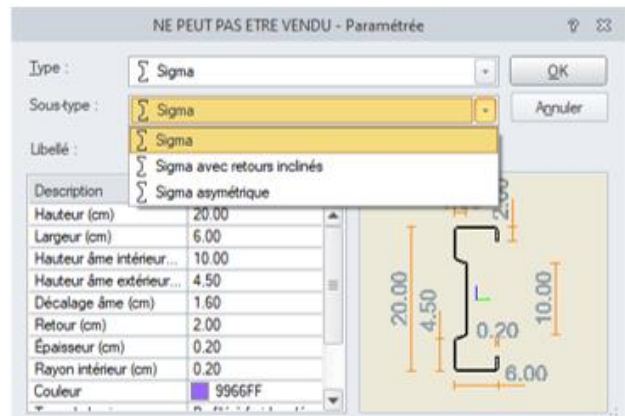
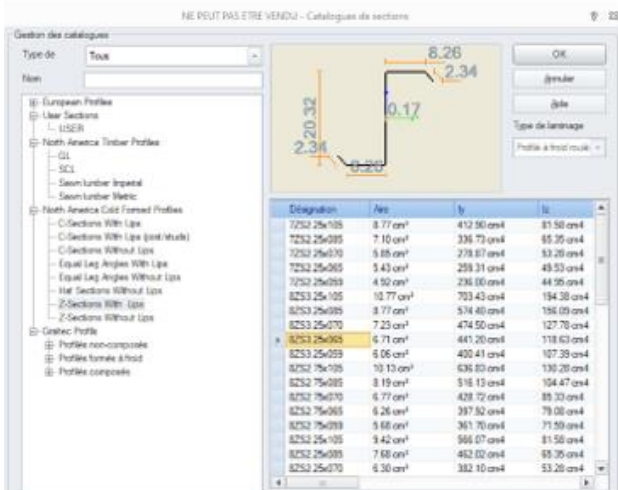
Le processus de vérification consiste à évaluer la capacité structurale des sections d'acier formées à froid et à s'assurer qu'elles répondent aux exigences de résistance et de rigidité nécessaires, et comprend des vérifications de la flexion, à la compression et à la traction.

Les vérifications sont effectuées conformément à ces réglementations si la norme AISC 360-16/AISI S100-16 ou CSA S16-19/AISI S100-16 est sélectionnée comme norme de vérification de l'acier dans la configuration du projet :



Choix de la norme pour le projet

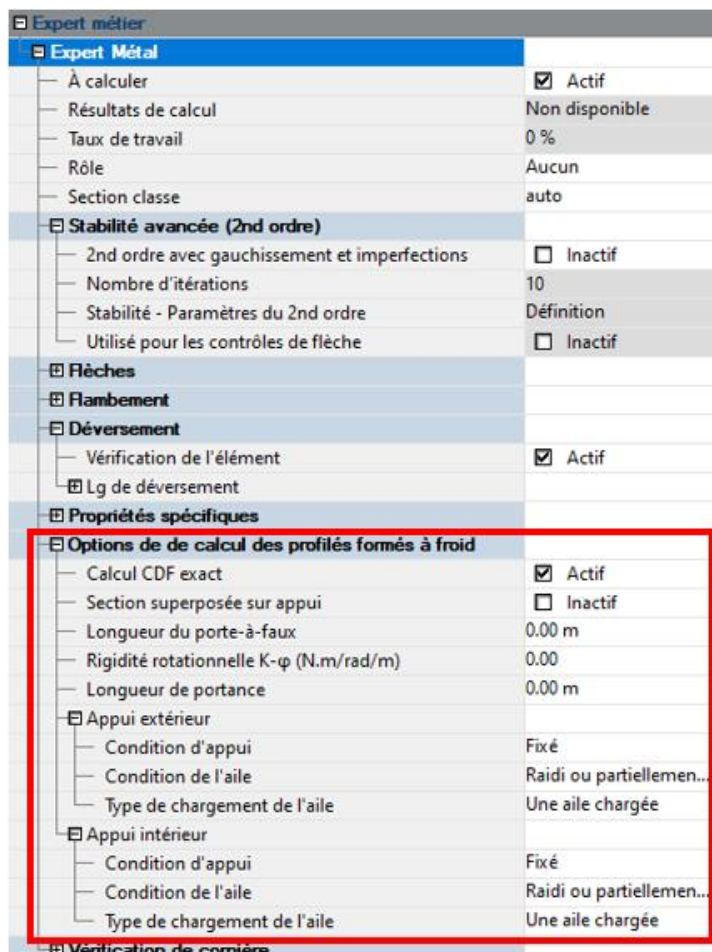
Les profilés formés à froid peuvent être analysés, aussi bien ceux qui sont définis dans les bibliothèques de profilés du logiciel (ceux dont le type de laminage est défini comme étant formé à froid) que les sections paramétrées formées à froid.



Exemple d'un profilé formé à froid issu de la base de données (à gauche) et défini comme section paramétrée (à droite)

Pour faciliter la définition des profilés formés à froid pour le marché nord-américain, de nouvelles nuances d'acier spécifiques (bibliothèque ASTM Cold Formed) ont été ajoutées, ainsi qu'une nouvelle bibliothèque de profilés en acier formés à froid (selon le manuel de conception de l'acier formé à froid de l'AISI). Pour plus d'informations, voir le paragraphe dédié dans ce document.

Afin de pouvoir vérifier correctement les profilés formés à froid conformément à la norme AISI, la liste des propriétés du calcul métal a été étendue pour inclure un nouvel ensemble d'options de calcul pour les profilés formés à froid.

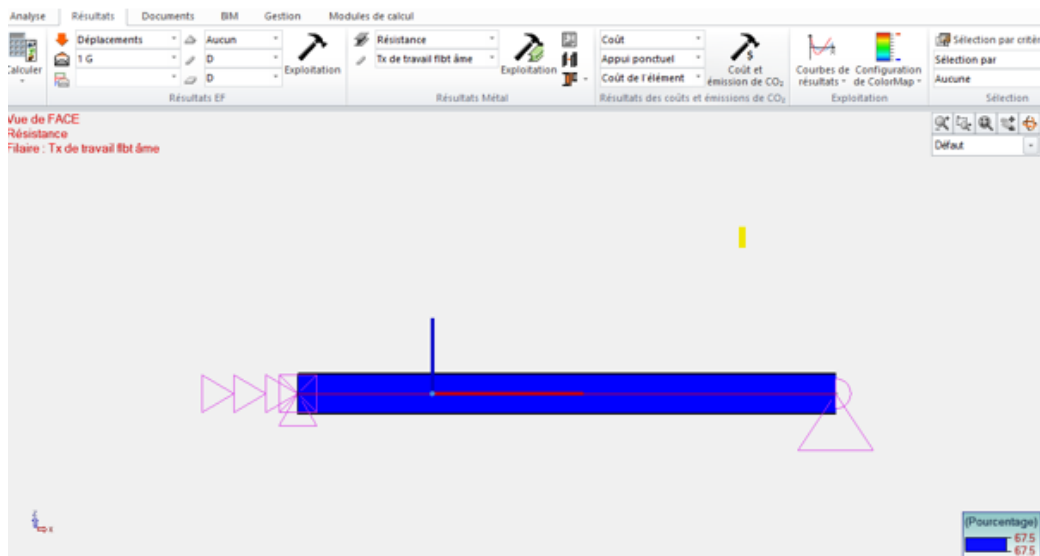


Alors que la plupart des paramètres sont directement liés aux dispositions de la norme, la première des options (*Calcul CFD exact*) est utilisée pour basculer entre le calcul de la section efficace pour chaque combinaison de charge uniquement sur plusieurs points le long de l'élément (option désactivée) ou l'analyse doit être effectuée en plusieurs points entre chaque nœud du maillage d'éléments finis (option activée). Cela a un impact direct sur le temps de calcul.

Il convient également de mentionner qu'avec la dernière version d'Advance Design, lors de l'analyse des profilés en acier selon l'AISC 360-16/AISI S100-16, nous pouvons effectuer la vérification en tenant compte de 7 degrés de liberté (analyse du 2nd ordre incluant le gauchissement). Pour ce faire, l'option de stabilité avancée doit être activée.

Expert Métal	
À calculer	<input checked="" type="checkbox"/> Actif
Résultats de calcul	Non disponible
Taux de travail	0 %
Rôle	Aucun
Section classe	auto
Stabilité avancée (2nd ordre)	
2nd ordre avec gauchissement et imperfections	<input checked="" type="checkbox"/> Actif
Nombre d'itérations	10
Stabilité - Paramètres du 2nd ordre	Définition
Utilisé pour les contrôles de flèche	<input type="checkbox"/> Inactif

Après analyse, les résultats des calculs sont disponibles pour d'autres types de profilés en acier sous forme de graphiques, dans la fiche de profilé et les notes correspondantes.



Résultats sous forme graphique pour l'élément en acier – Taux de travail pour le voilement de l'âme

Fiche de profilé - Filaire n°1

Section | Flèches (14.9%) | Résistance des sections (67.5%) | Classe

	Cas défavorable	Vérification	Taux de travail
Traction (D2)	n°101	$T1 \leq Tr$ 0.0 kN < 117.1 kN	0.0%
Compression (E2)	-	non effectué	-
Flexion /yy (F2.1)	n°101	$Mf \leq Mr$ -0.77 kN/m < 4.67 kN/m	16.5%
Flexion /zz (F2.1)	n°101	$Mni = SeFn < SetFy$ 1.27 kN/m < 5.40 cm³*11959.66 MPa $Mf \leq Mr$	0.9%
Cisaillement G	n°101	$Vn = (Vcr + Vy) \wedge 0.5$ 38.4 kN = (55.3 kN + 40.0 kN) ^ 0.5 $Vr = Vn / Fact$ 36.4 kN = 38.4 kN / 0.95 $Vf = 1.5 kN$	4.2%
Flambement de l'âme (G5)	n°101	$Pf \leq Pr$ 1.5 kN < 2.3 kN	67.5%
Effort normal et moment combinés (H1)	n°101	$Mx / Ma x + My / Ma y - Ts / Trs \leq 1$ 0.07 < 1	7.1%
Effort tranchant et moment combinés (H2)	n°101	$((M / Malo) \wedge 2 + (V / Va) \wedge 2) \wedge 0.5 \leq 1$ 0.14 < 1	13.8%
Flambement de l'âme et moment combinés (H3)	-	non effectué	-
Torsion et moments combinés (H4)	n°101	$Mn = \phi * R * Mni > Mu$ -10.01 kN/m < -0.77 kN/m	7.7%

Éditer la fiche de profilé | Éditer la fiche de profilé détaillée | OK

Fiche de profilé avec un résumé des vérifications effectuées

3) Résistance des sections

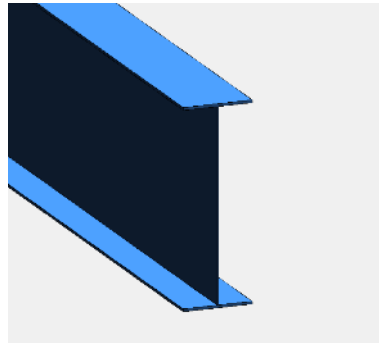
Traction (D2)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 $T1 \leq Tr (D2)$ 0.0 kN < 117.1 kN (0.0%)
Compression (E2)	Non effectué (-)
Flexion /yy (F2.1)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 4/4 $Ae = 5.53 \text{ cm}^2$, $Se = 24.69 \text{ cm}^3$, $Set = 24.69 \text{ cm}^3$, $Iy = 185.16 \text{ cm}^4$ $Mf \leq Mr (F2.1)$ -0.77 kN/m < 4.67 kN/m (16.5%)
Flexion /zz (F2.1)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 4/4 $Ae = 4.55 \text{ cm}^2$, $Se = 9.13 \text{ cm}^3$, $Set = 5.40 \text{ cm}^3$, $Iz = 16.96 \text{ cm}^4$ $Mni = SeFn < SetFy (F3.1)$ 1.27 kN/m = 9.13 cm³*235.00 MPa < 5.40 cm³*11959.66 MPa $Mf \leq Mr (F2.1)$ 0.010 kN/m < 1.14 kN/m (0.9%)
Cisaillement G	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 $Vn = 0.815 * \sqrt{Vcr + Vy} (G2.1-2)$ $Vr = Vn / Fact$ $Vf = 1.5 kN$ 38.4 kN = 0.815 * (55.3 kN + 40.0 kN) ^ 0.5 36.4 kN = 38.4 kN / 0.95 (4.2%)
Flambement de l'âme (G5)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 $Pf \leq Pr (G5)$ 1.5 kN < 2.3 kN (67.5%)
Effort normal et moment combinés (H1)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 1/4 $Mx + My * I / Trs \leq 1 (H1.1-2)$ 0.33 kN/m / 4.67 kN/m + 0.0010 kN/m / 0.00 kN/m - 0.0 kN / 117.1 kN < 1 (7.1%)
Effort tranchant et moment combinés (H2)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 3/4 $\sqrt{(M / Malo)^2 + (V / Va)^2} \leq 1 (H2.1)$ ((0.72 kN/m / 5.22 kN/m)^2 + (0.4 kN / 36.4 kN)^2) ^ 0.5 < 1 0.14 < 1 (13.8%)
Flambement de l'âme et moment combinés (H3)	Non effectué (-)
Torsion et moments combinés (H4)	Cas n° 101 : 1x[1 G], Maille n° 1.1 4/4 $Mn = \phi * R * Mni > Mu (F4.1)$ -10.01 kN/m < -0.77 kN/m (7.7%)

Note détaillée des vérifications effectuées

4.2. Analyse du voilement de l'âme par cisaillement pour les sections en I (EN 1993-1-5)

Possibilité d'effectuer une vérification de la stabilité des poutres en I conformément à la norme EN 1993-1-5.

Advance Design 2024 vérifie désormais le voilement de l'âme conformément à la norme EN 1993-1-5. Cette vérification peut s'avérer cruciale pour les sections en I de grande hauteur, qui peuvent être utilisées sur de nombreux types de structures, notamment les ponts.



Ces poutres supportent généralement de lourdes charges et, comme la flexion est généralement reprise par les ailes, l'âme reste très mince, ce qui la rend sujette au voilement des plaques sous l'effet de l'effort du cisaillement, également connu sous le nom de voilement par cisaillement.

Le voilement par cisaillement est mentionné au §6.2.6(6) de l'EN 1993-1-1, comme une vérification à effectuer lorsque le rapport largeur/épaisseur de l'âme (h_w/t_w) dépasse une valeur limite.

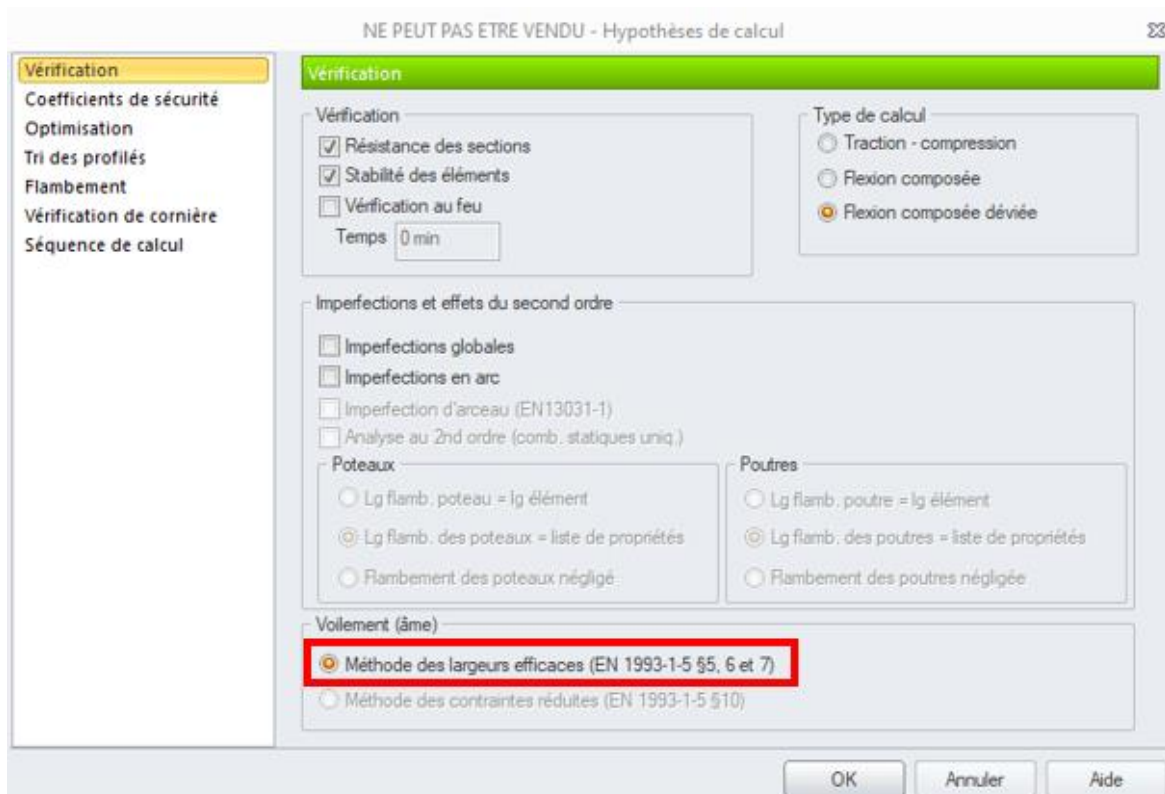
Le §5.1(2) de la norme EN 1993-1-5 est plus spécifique, introduisant deux valeurs limites pour l'élançement de l'âme :

- Pour une âme non raidie.
- Pour une âme raidie.

La norme EN 1993-1-5 propose deux méthodes pour prendre en compte le voilement :

- La méthode de la largeur efficace, spécifiée dans les sections 4 à 7.
- La méthode des contraintes réduites est brièvement abordée à la section 10.

La méthode mise en œuvre dans Advance Design 2024 est la méthode de la largeur efficace. La méthode des contraintes réduites n'est pas encore disponible, mais sa mise en œuvre est prévue prochainement.



Contexte théorique - La méthode de la largeur efficace

Dans la méthode de la largeur efficace, le comportement de l'âme est pris en compte en réduisant la largeur brute (b ou h_w) à une largeur efficace (b_{eff}), avec une limite d'élasticité f_y complète.

Notez que la vérification du voilement par cisaillement de l'âme est effectuée avec la hauteur brute de l'âme (h_w) (et non la hauteur efficace).

- **Vérification**

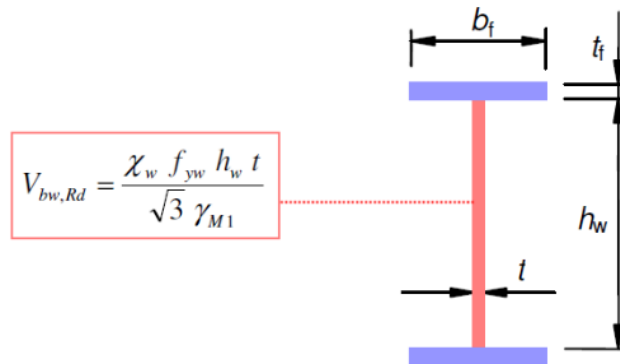
La vérification du voilement par cisaillement consiste à s'assurer que l'effort de cisaillement de calcul (V_{Ed}) ne dépasse pas la résistance de calcul en cisaillement ($V_{b,Rd}$).

La résistance de calcul en cisaillement ($V_{b,Rd}$) est estimée à partir de :

- La contribution de l'âme ($V_{bw,Rd}$)
- La contribution des ailes ($V_{bf,Rd}$)

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (5.1)$$

- **Contribution de l'âme**



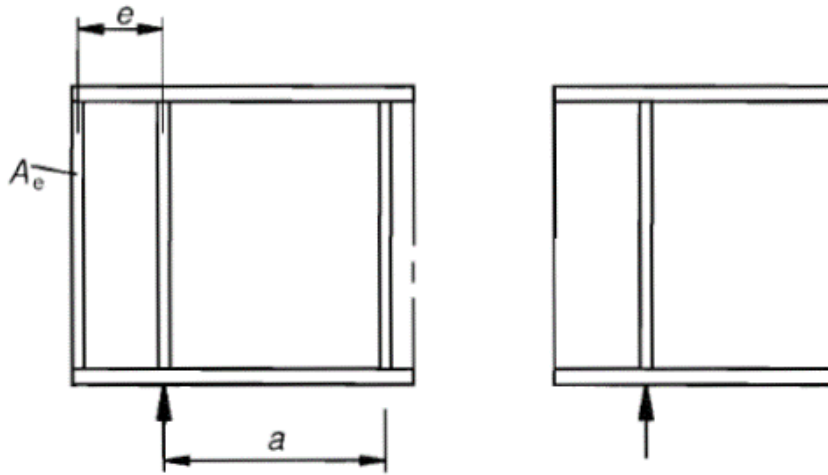
Contribution de la résistance en cisaillement de l'âme

La contribution de l'âme nécessite la détermination d'un coefficient de voilement par cisaillement (χ_w) (EN 1993-1-5, 5.1).

Ce coefficient de voilement par cisaillement (χ_w) dépend de :

- L'élanement relatif de l'âme (λ_w)
- Si les raidisseurs transversaux à l'extrémité sont **rigides** ou **non rigides**.

REMARQUE: Dans Advance Design 2024, les raidisseurs d'extrémité sont considérés comme **non rigides**.

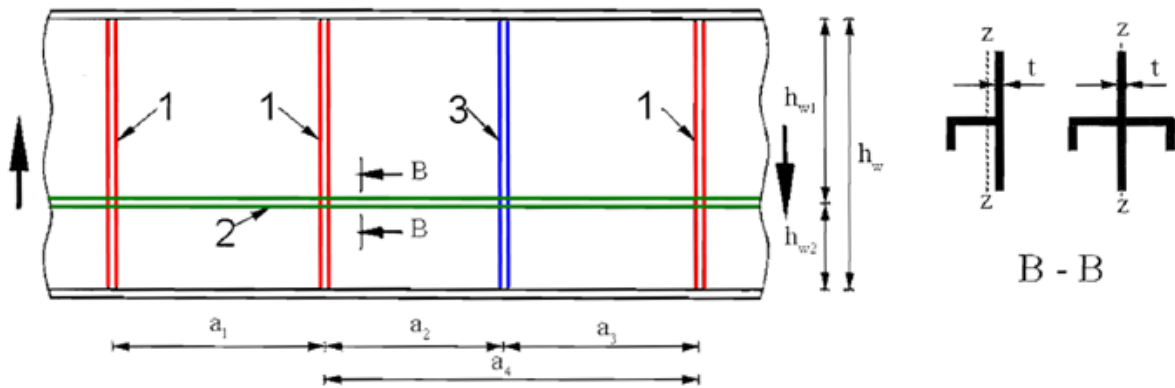


Extrémité rigide (à gauche), extrémité non rigide (à droite)

L'élancement relatif de l'âme (λ_w) est donné par l'équation (5.3).

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} \tag{5.3}$$

Elle fait intervenir la contrainte et le coefficient de voilement par cisaillement (k_τ), définis dans l'annexe A de la norme EN 1993-1-5. Ce coefficient de voilement par cisaillement (k_τ) dépend de la distance entre les raidisseurs transversaux ainsi que de l'inertie autour de l'axe z-z des raidisseurs longitudinaux:

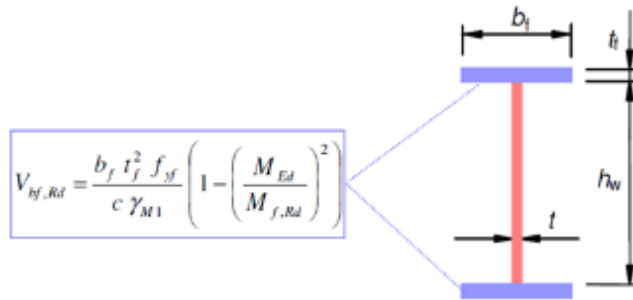


1 - Raidisseurs transversaux rigides, 2 - Raidisseurs longitudinaux, 3 - Raidisseurs transversaux non rigides

REMARQUE: Dans Advance Design 2024, avec la méthode de la largeur efficace, seuls les raidisseurs transversaux peuvent être définis et ils sont supposés non rigides.

Une fois l'élancement de l'âme (λ_w) déterminé, le coefficient de voilement par cisaillement (χ_w) est calculé conformément au tableau 5.1, Advance Design considérant les poteaux d'extrémité comme non rigides.

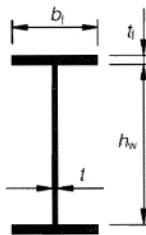
- Contribution des ailes



Contribution de la résistance au cisaillement des ailes

Les ailes ne peuvent contribuer que si elles ont une certaine capacité restante après avoir repris le moment de flexion (EN 1993-1-5, 5.4). Pour ce faire, nous devons calculer le moment résistant de la section constituée de la section efficace des ailes seules ($M_{f,Rd}$).

$$M_{f,Rd} = b_f \cdot t_f \cdot (h_w + t_f) \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$



Notez que la présence d'un effort normal (N_{Ed}) peut réduire le moment résistant des ailes par le biais du coefficient :

$$\left(1 - \frac{N_{Ed}}{(A_{f1} + A_{f2}) f_{yf}} \right) \tag{5.9}$$

Nous devons également déterminer la longueur c pour la contribution de l'aile :

$$c = a \left(0,25 + \frac{1,6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right)$$

Il convient de noter que la contribution des ailes, lorsqu'elle existe, est généralement nettement inférieure à celle de l'âme.

- Vérification du voilement par cisaillement

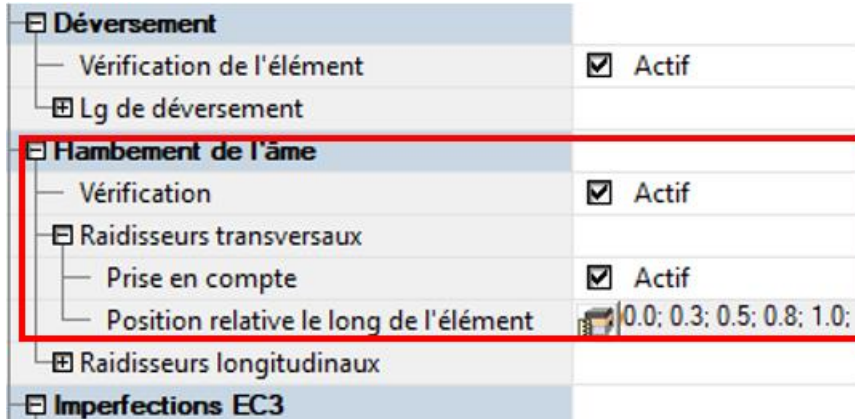
La vérification du voilement par cisaillement consiste à s'assurer que l'effort de cisaillement de calcul V_{Ed} ne dépasse pas la résistance de calcul au cisaillement $V_{b,Rd}$ de l'âme et des ailes :

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0 \tag{5.10}$$

Quand η_3 dépasse 0,50, une vérification supplémentaire est effectuée pour tenir compte de l'interaction entre l'effort de cisaillement, le moment de flexion et l'effort axial (EN 1993-1-5, 7.1).

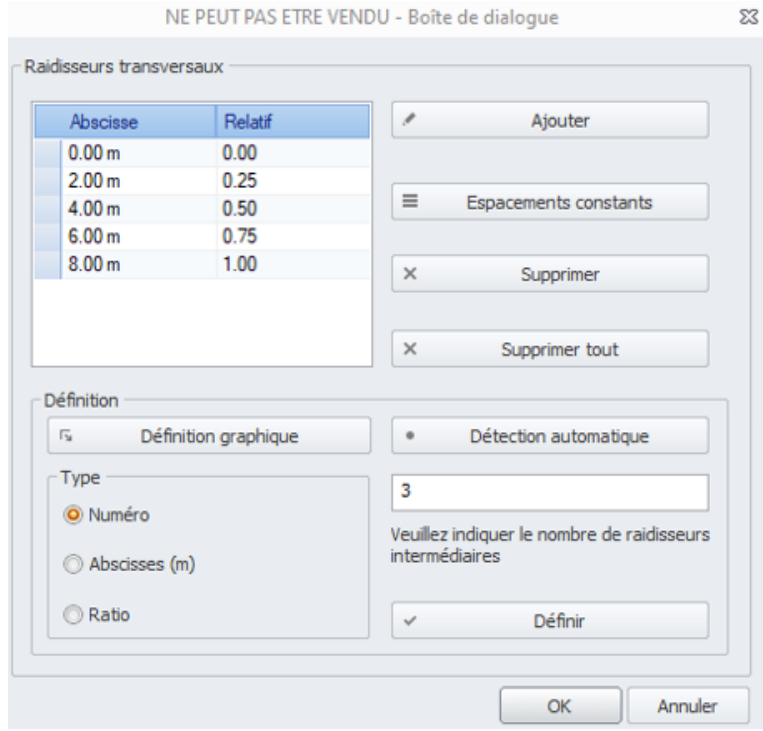
Définition et résultats dans Advance Design

Dans Advance Design, une nouvelle section "voilement de l'âme" a été ajoutée aux propriétés métal, afin de gérer les paramètres liés à la vérification du voilement par cisaillement.



Paramètres de voilement par cisaillement de l'âme (méthode de la largeur efficace)

La case à cocher *Vérification* indique si Advance Design effectue la vérification ou non. Les paramètres *Raidisseurs transversaux* nous permettent de positionner les raidisseurs transversaux le long de l'élément, différents modes de définition étant disponibles. Pour cela, une boîte de dialogue dédiée s'ouvre.



Définition du raidisseur transversal

Advance Design permet de définir les raidisseurs transversaux de plusieurs manières, notamment par une distribution égale après avoir saisi leur nombre, en saisissant leurs coordonnées relatives ou absolues, mais aussi par une définition graphique (en indiquant les points suivant la longueur de

l'élément dans la vue 3D) ou en utilisant la commande de détection automatique basée sur les éléments qui se coupent.

Après calcul, les résultats de base de la vérification du voilement par cisaillement de l'âme sont disponibles dans la fiche de profilé :

Fiche de profilé - Filaire n°1

Section Flèches (27.5%)		Résistance des sections (16.7%)		Stabilité des éléments (53.6%)		Résistance au feu et stabilité (0)	
	Cas défavorable	Section Classe	Vérification		Taux de travail		
Traction Compression (6.2.4)	n°101	Classe 4	Fx < Nc,Rd 13.5 < 2407.5 kN		0.6%		
Tranchant suivant Z (6.2.6)	n°101	Classe 4	Fz < Vplz 57.8 < 784.6 kN		7.4%		
Flexion sur Y-Y (6.2.5)	n°101	Classe 4	MyEd < MycRd 115.51 < 713.65 kN*m		16.2%		
Flexion Y-Y et effort normal (6.2.9)	n°101	Classe 4	Sx,Ed / fy / gM0 < 1 (6.43) 0.17 < 1		16.7%		
Flambement de l'âme en cisaillement (EN1993-1-5, 5.10)	n°101	-	Ved < Vb,Rd : 57.8 < 441.2 kN		13.1%		

Fiche de profilé

La version détaillée de la fiche de profilé fournit des informations supplémentaires sur les points suivants :

- La vérification au voilement par cisaillement, en mentionnant les coefficients de voilement ($k_{c,sB}$, et k_c), le paramètre d'élançement (λ_w), le coefficient de voilement par cisaillement (χ_w),...

Flambement de l'âme en cisaillement (EN1993-1-5, 5.10)	<p>Cas n° 101 : 1.35x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 Point x = 0.00 m Section : Classe -</p> <p>$k_c = 5.34$ $k_{c,sB} = 0.00$ $\sigma_E = 17.45$ MPa $\lambda_w = 1.48$ $\gamma_w = 0.56$ $V_{b,Rd} = 430.8$ kN $M_{t,Rd} = 582.74$ kN*m $c = 108.30$ cm $V_{t,Rd} = 10.4$ kN $\frac{h_w}{t} < \frac{31}{\eta}$ $e\sqrt{k_c} : 104.33 > 48.57$ $V_{Ed} < V_{b,Rd} : 57.8 < 441.2$ kN (13.1 %)</p>
--	---

- L'interaction entre l'effort de cisaillement, le moment de flexion et l'effort normal (le cas échéant)

Interaction - cisaillement, flexion, effort normal (EN1993-1-5, 7.1)	<p>Cas n° 101 : 1.35x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 Point x = 0.00 m Section : Classe -</p> <p>$\eta_1 = 0.00$ $\eta_3 = 0.13$ $M_{d,Rd} = 814.68$ kN*m $M_{t,Pl,Rd} = 597.93$ kN*m Non effectué (-)</p>
--	--

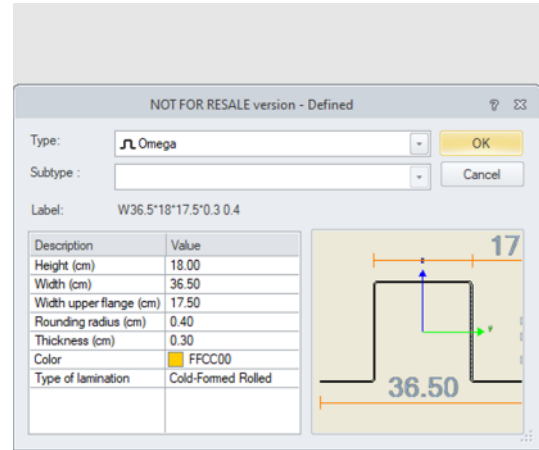
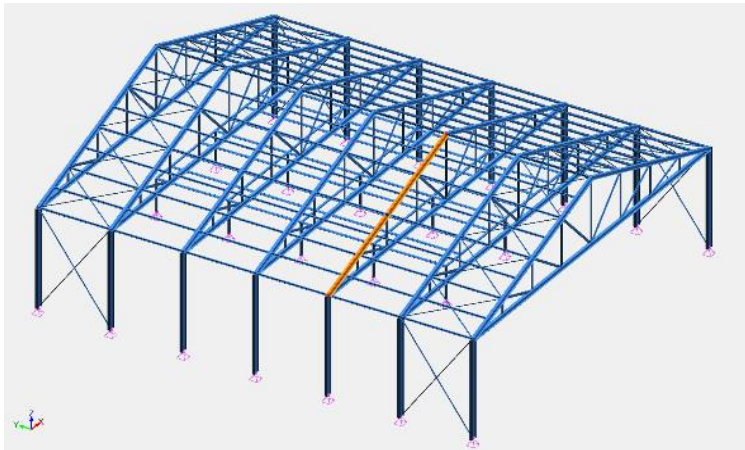
- La position des raidisseurs

Raidisseurs	<p>Raidisseurs transversaux - positions relatives: 0.00; 0.50; 1.00; Position: Deux côtés</p>
-------------	---

4.3. Définition manuelle des longueurs de flambement et de déversement pour les profilés formés à froid (EC3)

Amélioration du calcul des profilés à froid selon l'Eurocode 3 pour l'analyse du flambement et du déversement.

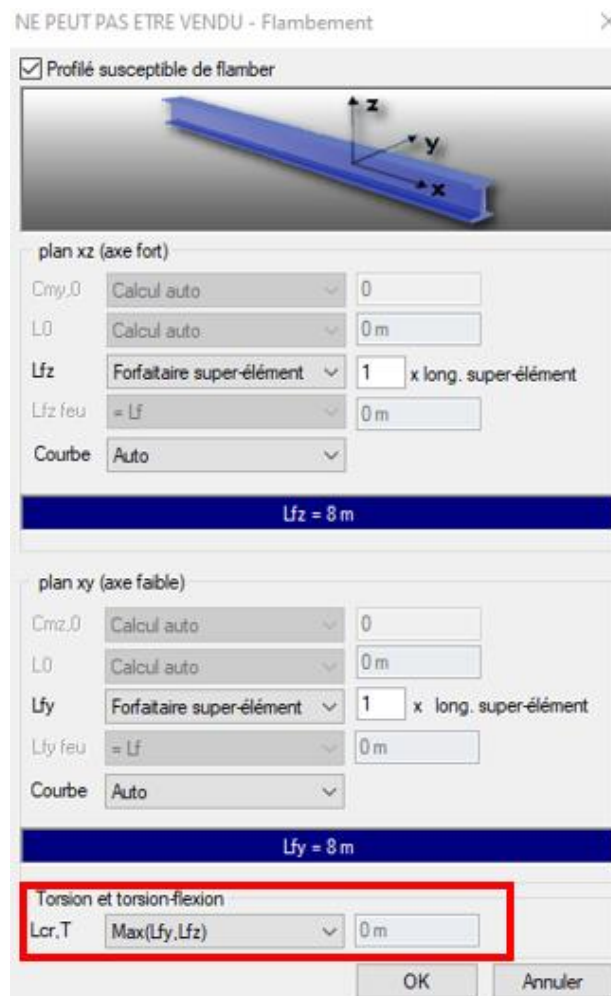
Advance Design 2024 permet désormais de définir plus précisément les longueurs de flambement et les longueurs de déversement sur les éléments de structure formés à froid.



Le profilé Oméga est utilisé comme membrure supérieure d'une structure métallique légère

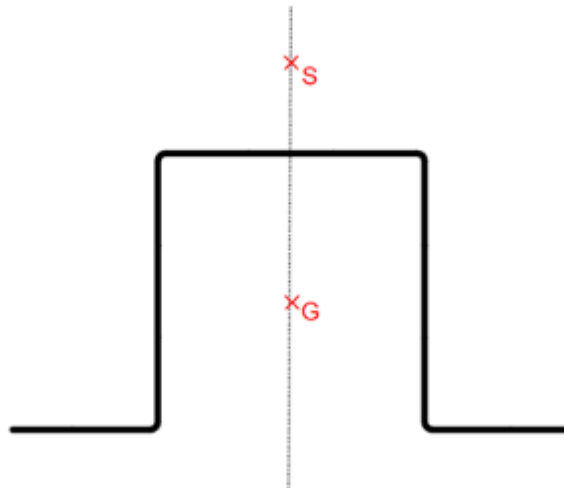
Définition de la longueur de flambement

La boîte de dialogue du flambement permet désormais aux utilisateurs de définir la longueur critique pour le flambement en torsion et le flambement en torsion-flexion, impliqués respectivement dans le calcul des efforts critiques $N_{cr,T}$ et $N_{cr,TF}$.



Paramètres de flambement

En effet, la forme complexe de ces sections à parois ouvertes, souvent asymétriques, entraîne une faible résistance à la torsion, avec un décalage important entre leur centre de cisaillement et leur centre de gravité.



S - Centre de cisaillement, G - Centroïde

Ils sont donc sujets au **flambement torsionnel** (où la compression provoque une torsion de l'élément) ainsi qu'au flambement flexionnel (une combinaison de flexion et de torsion de l'élément comprimé), comme expliqué au §6.3.2 de la norme EN1993-1-3.

Cette nouvelle option garantit une estimation précise des efforts critiques correspondants $N_{cr,T}$, et $N_{cr,TF}$.

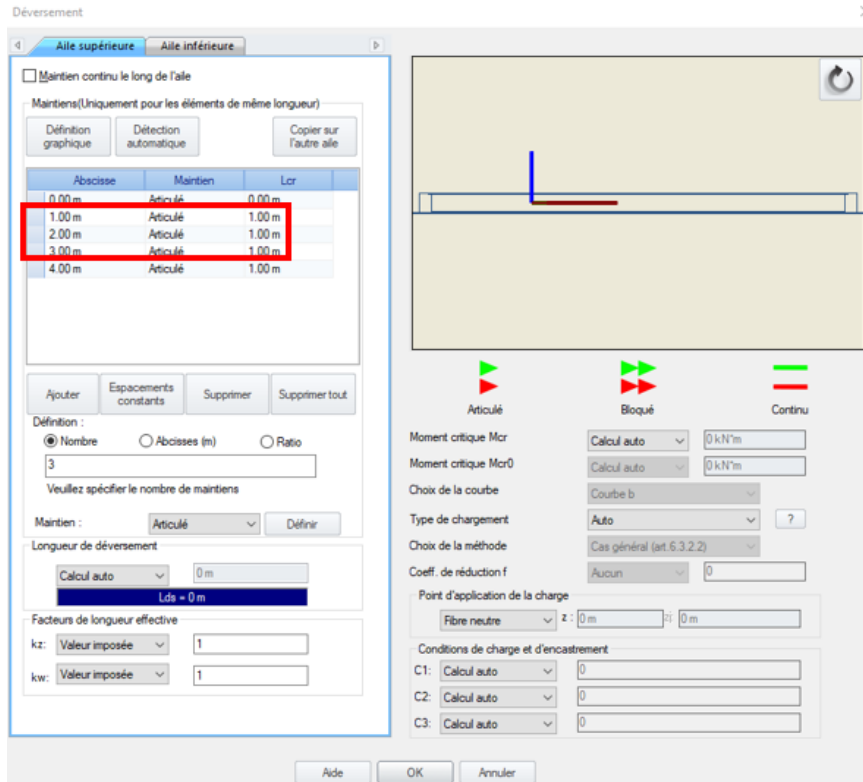
Après le calcul, la fiche de profilé détaillée indiquera :

- Les longueurs critiques pour le flambement en torsion et en torsion-flexion ($L_{cr,T}$ et $L_{cr,TF}$)
- Les efforts critiques correspondants ($N_{cr,T}$ et $N_{cr,TF}$)
- Les coefficients de flambement correspondants χ_T et χ_{TF} .

<p><u>Flambement</u> (6.2.2)</p>	<p>Cas n° 101 : 1.35x[1 G], Maille n° 1.1 0/4 <u>Section</u>: Classe 4 $N_{Ed} < N_{b,Rd} : 13.5 \text{ kN} < 153.2 \text{ kN}$ $L_{fy} = 4.00 \text{ m}, \lambda_{bar,y} = 0.55, \alpha_y = 0.34$ $L_{fz} = 4.00 \text{ m}, \lambda_{bar,z} = 0.41, \alpha_z = 0.34$ $L_{cr,TF} = 4.00 \text{ m}, N_{cr,TF} = 202.2 \text{ kN}, L_{cr,T} = 4.00 \text{ m}, N_{cr,T} = 202.2 \text{ kN}$ $\chi = \min(\chi_y, \chi_z, \chi_T, \chi_{TF}) = \min(0.86, 0.92, 0.36, 0.36)$ $N_{Ed} < \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M1}}$ (6.48 EN1993-1-1) $13.5 \text{ kN} < \frac{0.36 \cdot 11.83 \text{ cm}^2 \cdot 355.00 \text{ MPa}}{1.00}$ (8.8 %)</p>
--------------------------------------	---

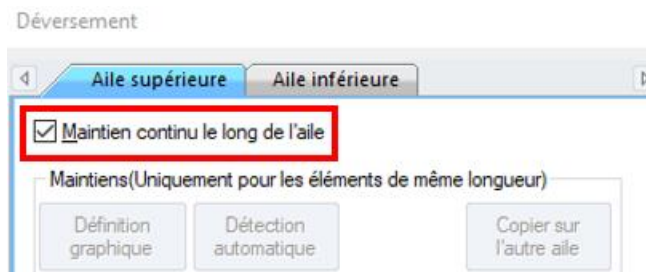
Définition de la longueur de déversement

La boîte de dialogue de déversement permet désormais aux utilisateurs de définir des contraintes intermédiaires sur les faces supérieures ou inférieures des éléments formés à froid.



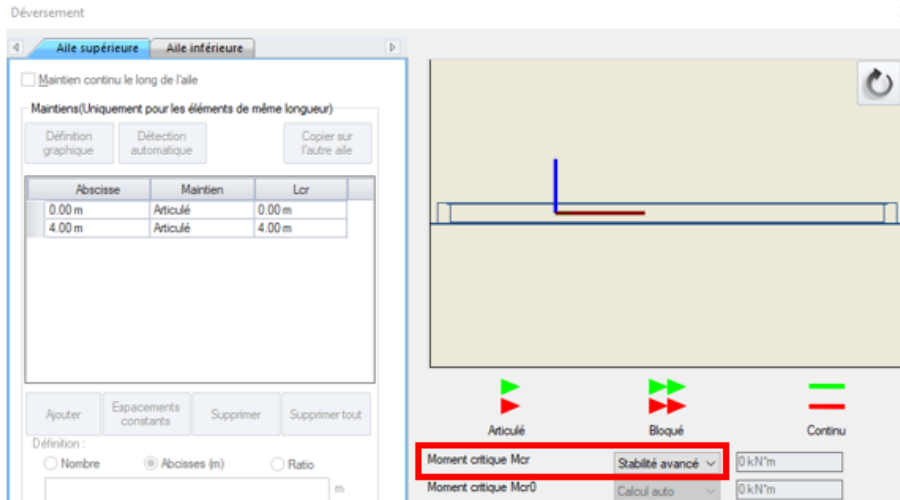
Paramètres de déversement

Les utilisateurs peuvent également négliger complètement les effets du déversement en cochant la case "Maintien continu le long de l'aile", ce qui suppose que les effets de torsion ont été évités par d'autres moyens (en utilisant des lisses, en établissant une connexion rigide entre une dalle et l'aile...).



Négliger les effets du déversement

Les utilisateurs peuvent également s'appuyer sur le moteur de stabilité avancé pour calculer le moment critique (M_{cr}) dans le cas d'une section de forme complexe.



Option de sélection de la méthode de calcul du moment critique

Dans ce cas, les efforts critiques $N_{cr,T}$ et $N_{cr,TF}$ résulteront aussi de l'analyse en stabilité avancée.

Après calcul, la fiche de profilé détaillée retourne les différents paramètres intervenant dans le calcul du moment critique (M_{cr}), effectué conformément à l'annexe I de l'EN 1999-1-1. Ces paramètres sont les suivants :

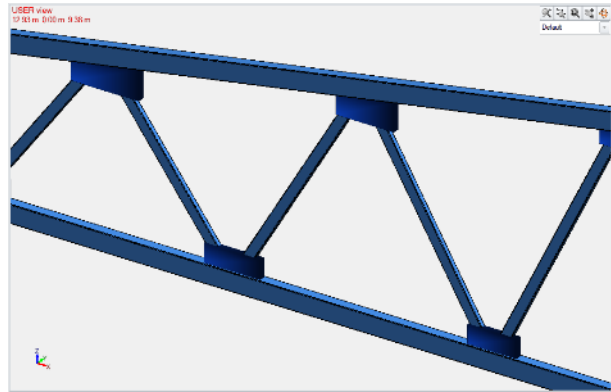
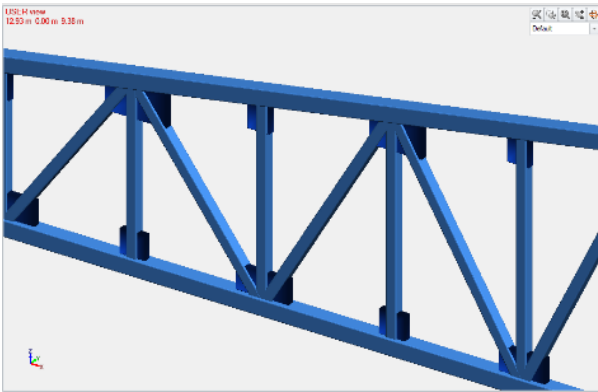
- Le coefficient monosymétrique de la section (ϕ_f)
- Les coefficients C1, C2 et C3
- Le coefficient de Wagner (z_y) (qui reflète l'asymétrie de la section)

<p>Déversement (6.2.4)</p>	<p>Cas n° 101 : 1.35x[1 G], Maille n° 1.2 4/4 Section : Classe 4 $M_{y,Ed} < M_{cr,Ed} = 27.43 \text{ kN}^*\text{m} < 33.68 \text{ kN}^*\text{m}$</p> $ M_{y,Ed} + \Delta M_{Ed} < \frac{\chi_{LT} * W_{eff,y} * f_{yb}}{\gamma_{M1}}$ $ -27.43 \text{ kN}^*\text{m} + 0.00 \text{ kN}^*\text{m} < \frac{1.00 * 94.87 \text{ cm}^3 * 355.00 \text{ MPa}}{1.00}$ <p>Les effets favorables de l'excentricité sont ignorés.</p> <p>$k_x = 1.00, k_w = 1.00, k_{\phi} = 0.00, \psi_{eff} = 0.00,$ $C1 = 0.00, C2 = 0.00, C3 = 0.00,$ $l_{ds} = 4.00 \text{ m}, l_{dj} = 4.00 \text{ m}, l_{cr} = 4.00 \text{ m},$ $z_{\phi} = 0.00 \text{ cm}, z_i = 0.00 \text{ cm}, M_{cr} = 0.00 \text{ kN}^*\text{m}, \lambda_{bar,LT} = \text{inf}, \chi_{LT} = 1.00$ M_{cr} a été calculé analytiquement. (81.5 %)</p>
---------------------------------------	--

4.4. Modélisation des attaches treillis soudées par tube

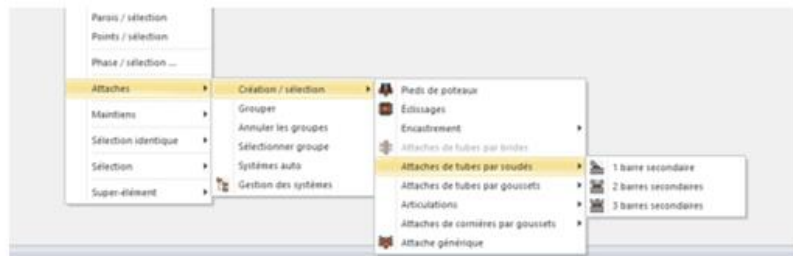
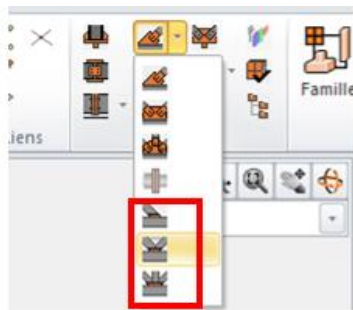
Possibilité de définir des attaches de treillis soudées pour des sections creuses rectangulaires.

Dans la dernière version d'Advance Design, les attaches tubulaires soudées ont été ajoutées à la liste des nombreux types d'attaches en métal qui peuvent être créées dans le modèle puis envoyées pour vérification au module de calcul d'attaches. Il s'agit d'assemblages 2D qui permettent le raccordement de tubes soudés rectangulaires et carrés, par exemple les attaches typiques des treillis.



Nouvelles attaches de treillis

Les nouvelles attaches peuvent être définies à l'aide de nouvelles commandes du ruban ou du menu contextuel.



Nous pouvons définir 3 catégories de raccordements de tubes soudés qui diffèrent selon le nombre de barres secondaires - avec 1, 2 ou 3 barres secondaires. Ils permettent de modéliser les assemblages typiques les plus courants supportés par l'Eurocode 3 (type T, type Y, type N, type K, type X et type KT) :

- 1 barre secondaire :
 - Type T
 - Type Y
- 2 barres secondaires :
 - Type K
 - Type N
 - Type X
- 3 barres secondaires
 - Type KT



K Type



KT Type



N Type



T Type

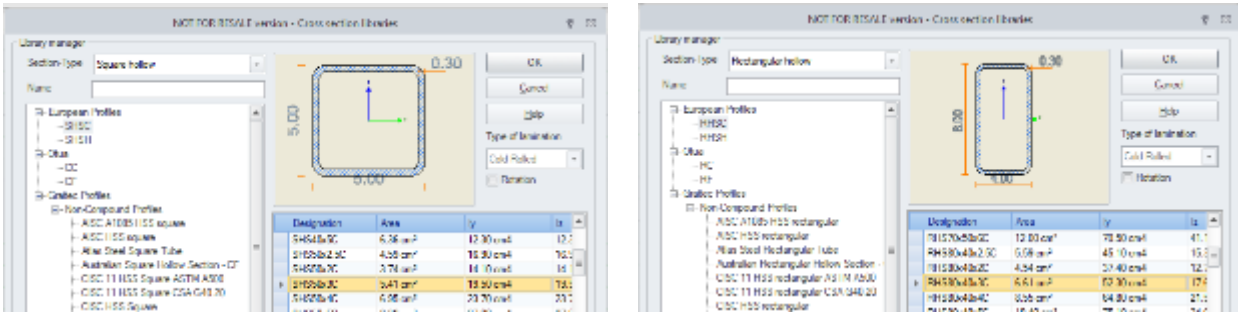


X Type



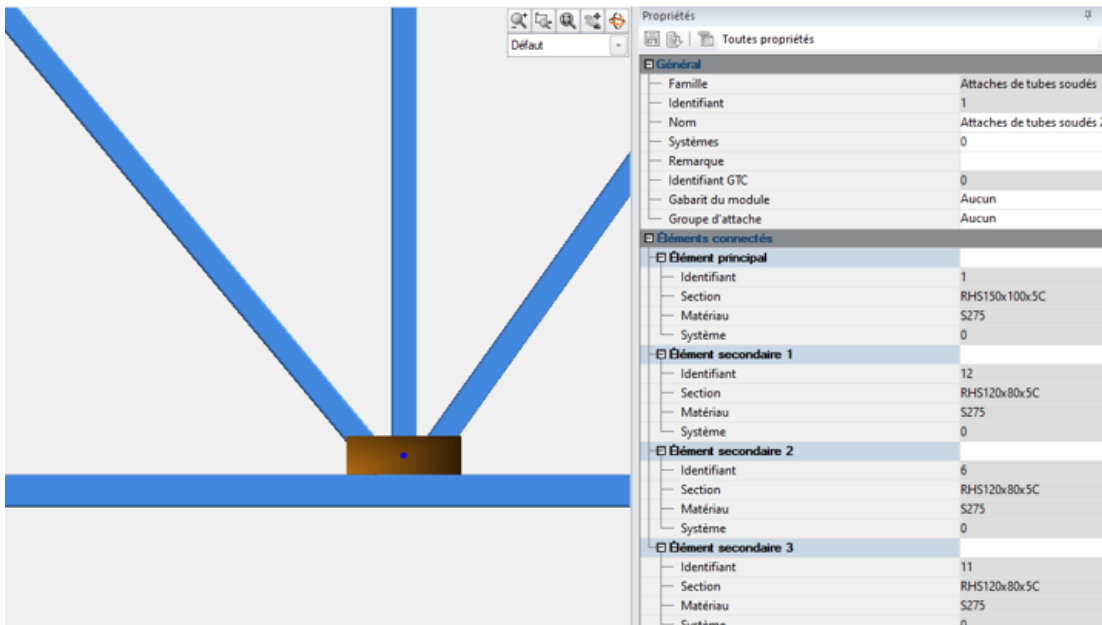
Y Type

Toutes ces attaches permettent d'assembler des profils creux rectangulaires ou carrés. Ces sections peuvent être utilisées comme éléments principaux (membrures) et comme éléments secondaires (diagonales). En outre, pour les éléments principaux (membrures), il est possible d'utiliser des sections en I.



Sections carrés et rectangulaires creuses dans la base de données d'Advance Design

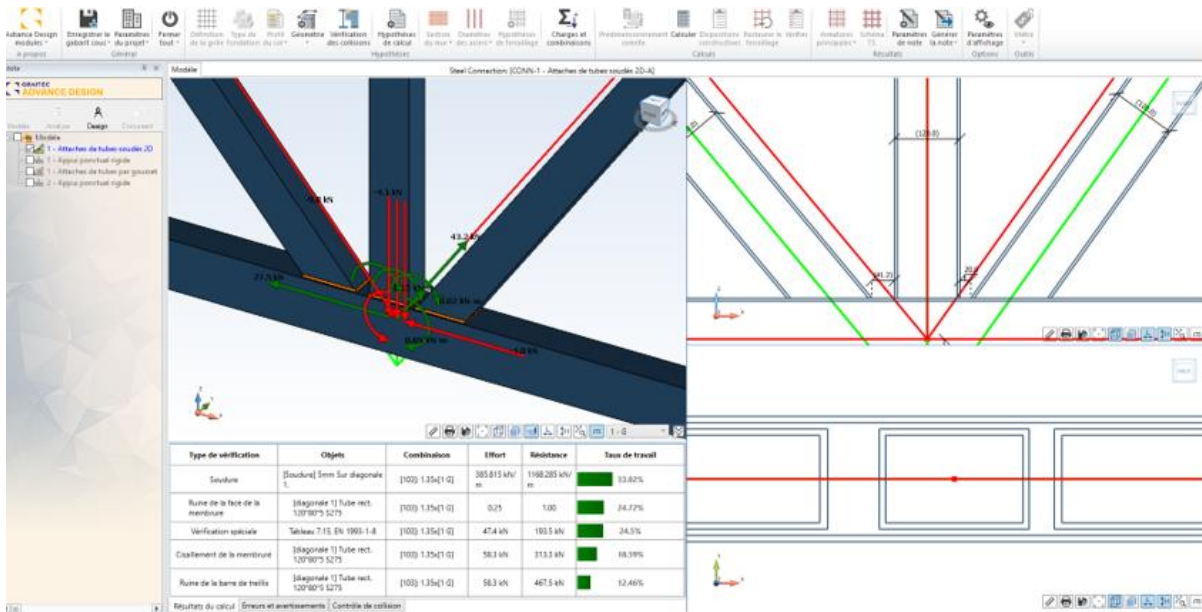
Comme pour les autres attaches disponibles, les nouvelles attaches peuvent être définies individuellement ou plusieurs à la fois, et des groupes peuvent être créés à partir de ces dernières. Après avoir défini de nouvelles attaches, nous disposons de leurs propriétés, dans lesquelles nous pouvons vérifier les paramètres les plus importants.



Propriétés d'une nouvelle attache tubulaire soudée

Les nouvelles attaches peuvent être ouvertes ou exportées vers le module Steel Connection en vue d'une analyse plus approfondie. En plus des données sur la géométrie, les profilés et les matériaux, les efforts internes sont également transférés. D'autres détails, y compris les paramètres des soudures, peuvent ensuite être définis dans le module Steel Connection et l'analyse de la capacité de chargement de ces attaches peut être effectuée.

Remarque: Vous trouverez plus de détails sur les nouvelles attaches dans le module Steel Connection dans un chapitre séparé dédié.



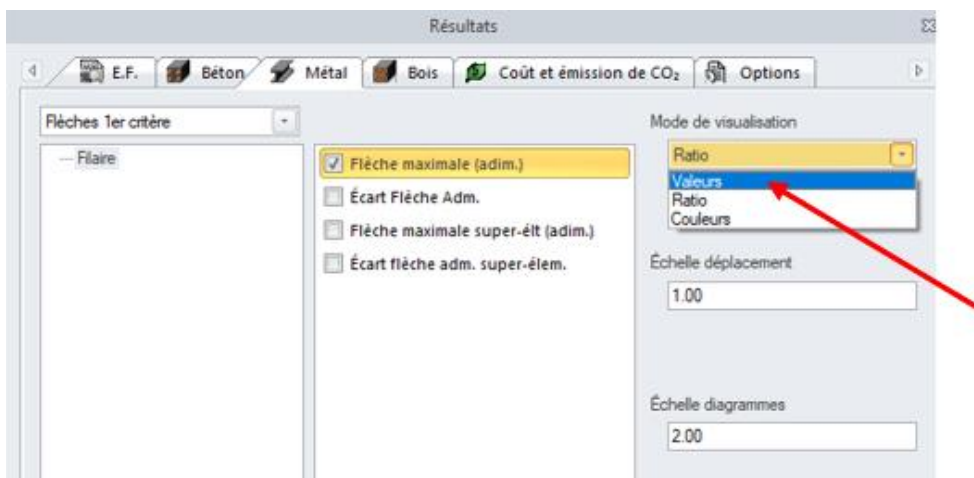
Attache treillis ouverte sur le module Steel Connection

4.5. Valeurs des flèches en cm ou mm (fiche de profilé et diagrammes)

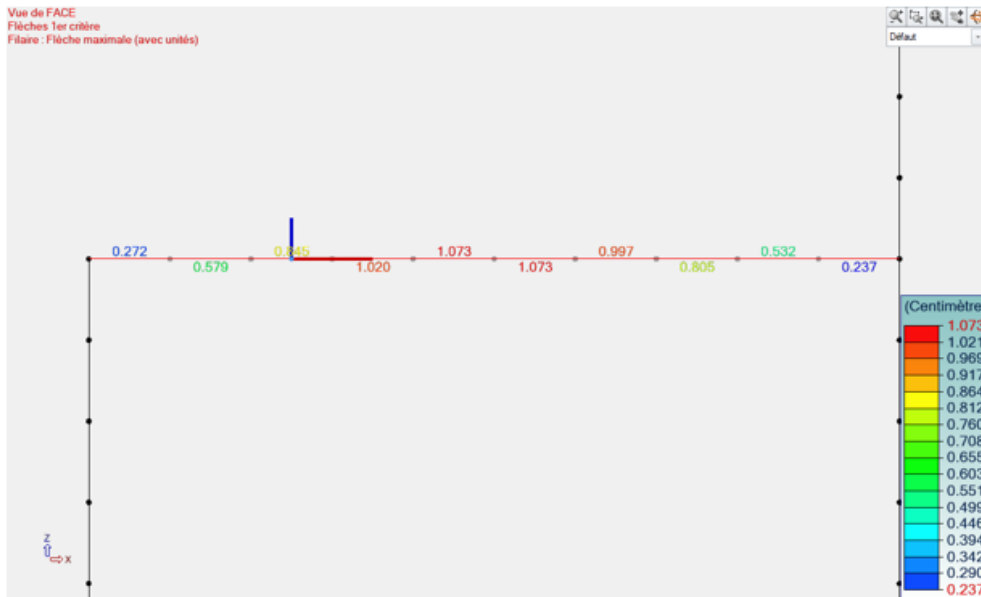
Facilité de vérifier les résultats et d'établir des notes pour la vérification de la flèche des éléments en métal.

Auparavant, les valeurs de flèche issues de la vérification des éléments en métal n'étaient affichées que sous forme de ratio (par exemple, 1/574) afin de faciliter la comparaison avec les valeurs limites (par exemple, 1/500). Désormais, la flèche peut également être affichée en valeurs de déplacement (par exemple, en cm).

Pour la représentation graphique, le nouveau mode d'affichage est disponible dans la fenêtre Paramètres des résultats pour les résultats de flèche, sous la forme d'un nouvel élément "Valeurs" dans la liste des modes d'affichage.



Paramètres des résultats



Résultats graphiques (flèche maximale en cm)

Dans la fenêtre de la fiche profilée et dans la note, les valeurs dans l'unité de déplacement sont affichées juste en dessous des ratios. De plus, la colonne Maille affiche des informations sur la position du point de vérification - que ce soit en travée ou à l'extrémité de l'élément.

Fiche de profilé - Filaire n°2

Section | Flèches (32.2%) | Résistance des sections (30.7%) | Stabilité des éléments (81.0%) | Résistance au feu et stabilité ()

		Cas défavorable	Maille	Vérification	Écart Flèche max Flèche admissible	
Élément	Flèche max 1er critère	y: - z: n°104 : 1x[1 G]+1x[2 Q]	2.5 (Portée)	non effectué $L / 931.66 < L / 300.00$ (1.073 cm < 3.333 cm)	32.2 %	L = 10.00 m
	Flèche max 2ème critère					

L désigne la longueur d'élément

Fiche de profilé

5. Amélioration de l'expertise bois selon l'Eurocode 5

Plusieurs nouveautés et améliorations relatives à la vérification et à l'optimisation des structures en bois selon l'Eurocode 5.

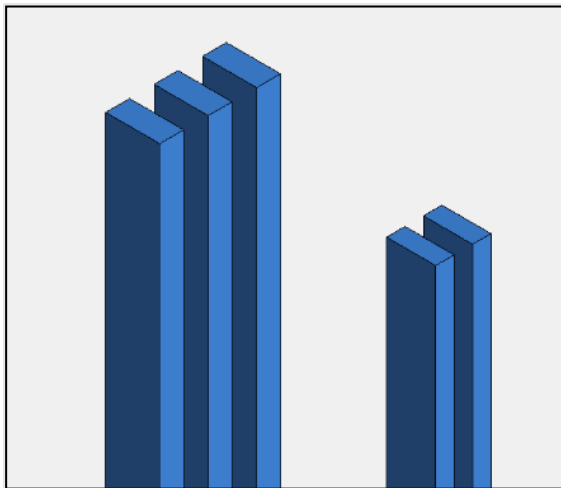
5.1. Calcul des sections rectangulaires moisées (EC5)

Capacité à vérifier les poteaux et les poutres en bois avec des sections composées conformément à l'Eurocode 5.

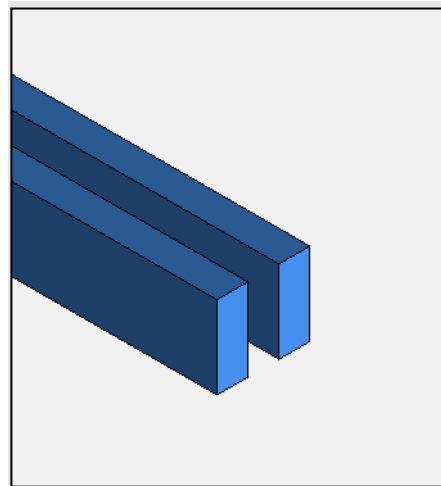
Advance Design 2024 permet désormais de modéliser sections moisées à l'aide de l'Eurocode 5.

Cela comprend :

- Poteaux moisés
- Poutres moisées



Poteaux moisés



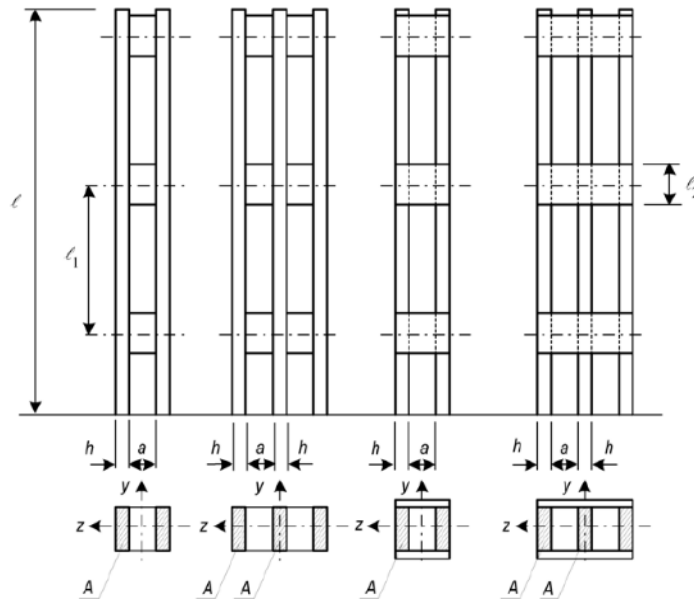
Poutre moisée

Les éléments moisés sont définis à l'aide d'un nouveau type de section paramétrique (*voir les détails dans le paragraphe consacré aux nouvelles sections paramétriques*).

Poteaux moisés

Un poteau moisé est un poteau composé de 2 à 4 sections identiques séparées et connectées par des liens ou des goussets fixés par collage ou par fixations mécaniques. Ils sont souvent utilisés comme membrures en compression ou dans la construction de charpentes en raison de leur capacité à supporter des charges élevées.

Les poteaux moisés sont traités dans l'annexe C.3 de l'EN1995-1-1.



Un élément vertical dont la section est définie comme moisée sera reconnu comme un poteau, ce qui donnera accès à des paramètres supplémentaires dans la partie relative au calcul bois, où les utilisateurs peuvent définir la distance entre les connecteurs ainsi que leur type.

<input type="checkbox"/> Expert Bois	
— À calculer	<input checked="" type="checkbox"/> Actif
— Résultats de calcul	Non à jour
— Taux de travail	84.3 %
— Rôle	Aucun
— Classe de service	Classe 1
— Pourcentage d'humidité	15.0 %
— Facteur d'effet système Ksys	1
<input type="checkbox"/> Poteau moisé	
— Longueur des tronçons non restreints (lignes ...	0.70 m
— Connecteurs	Fourrures clouées
<input type="checkbox"/> Calcul au feu	

Les poteaux moisés sont dimensionnés conformément à l'annexe C de la norme EN 1995-1-1. Cette annexe décrit deux vérifications relatives aux poteaux moisés :

- Vérification de la capacité de chargement axial (§C.3.2)
- Vérification de la charge sur les fixations, les goussets ou les paquets (§C.3.3)

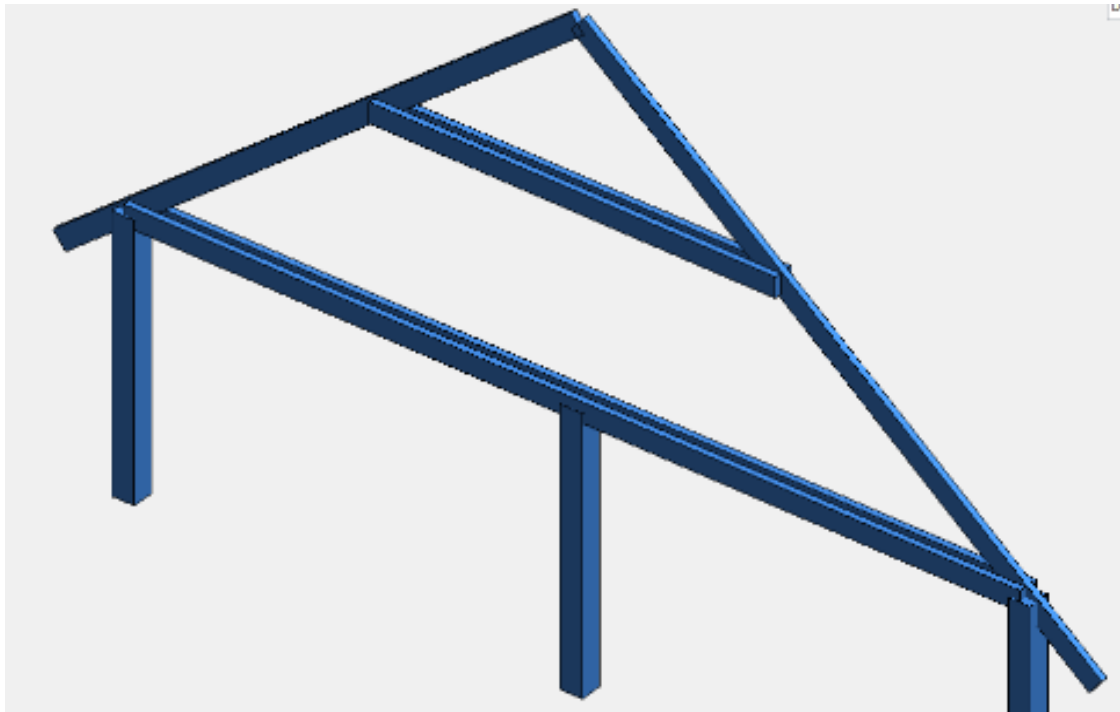
Après calculs, les résultats de l'analyse peuvent être consultés dans l'onglet "Stabilité" de la fiche de profilé ainsi que dans la note. La version détaillée de la fiche de profilé fournit en outre les éléments intermédiaires nécessaires à ces vérifications.

4) Stabilité des éléments	
Vérification	<p>Cas n° 143, Maille n° 27.5 $\lambda_y = 58.2$ $\lambda_z = 25.0$ $L_{fy} = 4.00$ m $L_{fz} = 5.00$ m $K_y=1.055$ $K_{cy}=0.699$ $K_z=0.974$ $K_{cz}=0.755$ $K_m=0.700$ $K_{crit}=0.820$ $\lambda_{rel,y} = 0.986$ $\lambda_{rel,z} = 0.909$ $\lambda_{rel,m} = 0.986$ $\lambda_1 = 30.000$ $\eta = 2.500$ $\lambda_{ef} = 53.628$ $K_c=0.699$ $L_{dy} = 6.10$ m $L_{dz} = 6.10$ m</p> <p>Taux de travail Vérification: Cas n° 143, Maille n° 27.5 6.23: $\sigma_{cod} / (K_{cy} F_{cod}) + \sigma_{mzd} / F_{mzd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.33392 < 1$ (33.4%) Cas n° 143, Maille n° 27.5 6.24: $\sigma_{cod} / (K_{cz} F_{cod}) + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.41576 < 1$ (41.6%) Cas n° 143, Maille n° 27.5 6.35: $(\sigma_{mzd} / (K_{crit} F_{mzd}))^2 + \sigma_{cod} / (K_c F_{cod}) \leq 1$ $0.22002 < 1$ (22.0%)</p>
Capacité de charge axiale (C.3.2)	<p>Cas n° 106, Maille n° 27.1 (C.1): $\sigma_{c,0,d} \leq K_c \cdot f_{c,0,d}$ 1.08 MPa < $0.70 \cdot 14.54$ MPa : $1.08 < 10.17$ MPa (10.6 %) Poteau simplement appuyé sous charge axiale ponctuelle, conformément à l'annexe C de la norme EN1995-1-1</p>
Effort de cisaillement sur les connecteurs (C.3.3)	<p>Cas n° 106, Maille n° 27.1 (C.5): $V_d = \frac{f_{c,d}}{60 \cdot K_c} = \frac{127.3 \text{ kN}}{60 \cdot 0.70} = 3.0 \text{ kN}$ (C.13): $T_d = \frac{V_d \cdot L_1}{a_1} = \frac{3.0 \text{ kN} \cdot 70.00 \text{ cm}}{29.85 \text{ cm}} = 7.1 \text{ kN}$ $F_{v,Ed} = T_d = 7.1 \text{ kN}$</p>

Fiche de profilé (version détaillée)

Poutres moisées

Les poutres moisées sont couramment utilisées pour les charpentes. Elles sont donc censées résister aux efforts de traction ou de compression provoqués par les charges gravitaires et les charges de soulèvement.



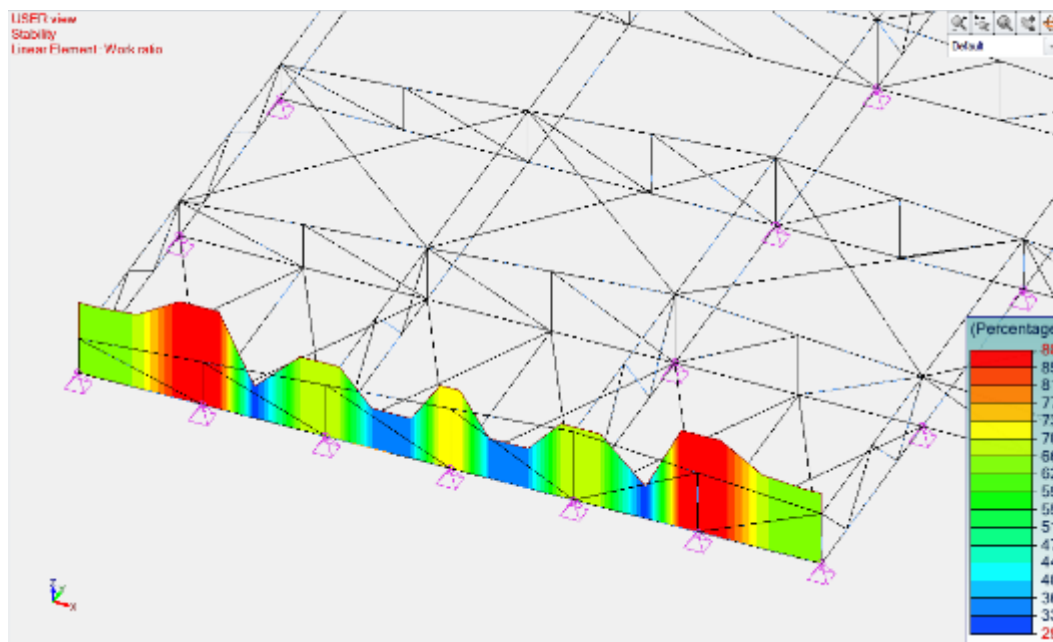
Poutres moisées

Le calcul des poutres moisées selon l'EN 1995-1-1 est effectué de la même manière que pour une section rectangulaire habituelle, mais avec des paramètres adaptés pour tenir compte de l'espacement entre les éléments rectangulaires composant sa section.

Les paramètres suivants sont modifiés:

- *Facteur de hauteur k_h*
Pour les éléments en traction, le facteur de hauteur k_h utilise la largeur de la section. Pour les poutres moisées largeur = b (largeur d'un seul rectangle)
- *Contrainte de flexion critique $\sigma_{m,crit}$*
Il est utilisé pour les effets de déversement. Il est calculé à l'aide d'une formule simplifiée (6.32), avec b et h d'un seul rectangle.
- *Facteur dépendant de la forme d'une section k_{shape}*
 k_{shape} est utilisé dans la vérification de la torsion. Il est calculé sur la base de la dimension b d'un seul rectangle.
- *Largeur efficace b_{ef}*
Pour la vérification du cisaillement, la largeur efficace b_{ef} est calculée avec une largeur = 2b (largeur des deux rectangles).

Les résultats du calcul bois sont disponibles graphiquement ou via la fiche de profilé:



Taux de travail en stabilité (%)

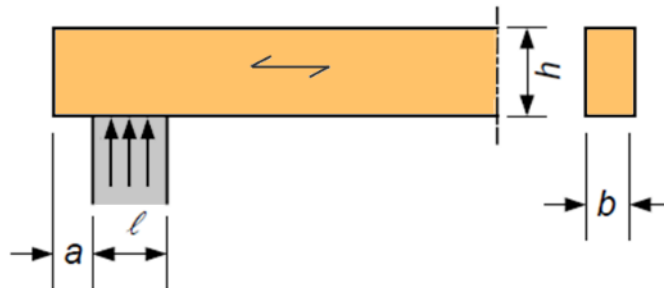


Fiche de profilé

5.2. Vérification de la capacité de l'appui (EC5)

Possibilité d'effectuer une vérification supplémentaire pour les éléments en bois selon l'Eurocode - la vérification de la compression perpendiculaire au grain en fonction de la taille des appuis.

Advance Design 2024 vérifie désormais la compression perpendiculaire au grain sur les appuis d'extrémité d'une poutre, suivant §6.1.5 de l'EN 1995-1-1.



Élément sur appui unitaire

Une nouvelle section "Contraintes sur appuis" a été ajoutée aux propriétés bois pour permettre aux utilisateurs de définir la longueur de contact réelle (L) ainsi qu'un débord potentiel (a).

Contrainte sur appuis	
Appui de début	
Vérification	<input checked="" type="checkbox"/> Actif
Largeur de l'appui (L)	10.00 cm
Distance entre le bord de la poutre et de l'ap...	2.50 cm
Appui de fin	
Vérification	<input checked="" type="checkbox"/> Actif
Largeur de l'appui (L)	10.00 cm
Distance entre le bord de la poutre et de l'ap...	0.00 cm

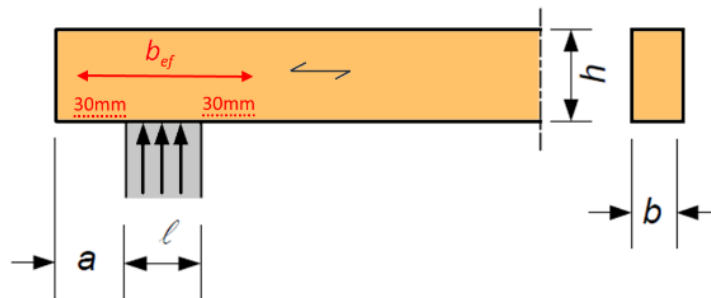
La vérification vise à s'assurer que, dans la zone de contact efficace, la contrainte de compression perpendiculaire au grain ($\sigma_{c,90,d}$) ne dépasse pas la résistance à la compression ($f_{c,90,d}$) augmentée d'un facteur $k_{c,90}$.

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$$

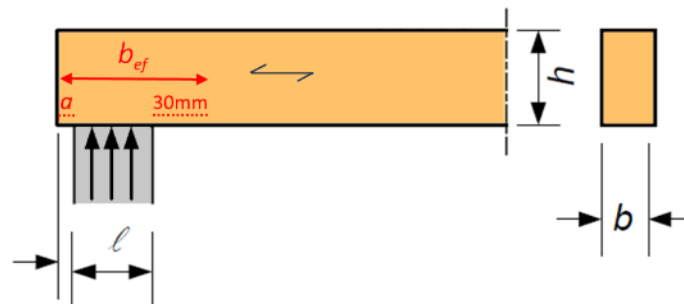
La contrainte de compression perpendiculaire au grain dépend de l'effort de compression sur l'appui ($F_{c,90,d}$) et de la surface de contact efficace (A_{ef}),

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

La surface de contact efficace (A_{ef}) est déterminée en prolongeant la longueur de contact réelle (c.-à-d. la largeur de l'appui) d'une distance de 30 mm de chaque côté, sans dépasser la longueur du débord (a).



Largeur de contact efficace en cas d'un débord important ($a \geq 30\text{ mm}$)



Largeur de contact efficace en cas d'un débord faible ($a < 30\text{ mm}$)

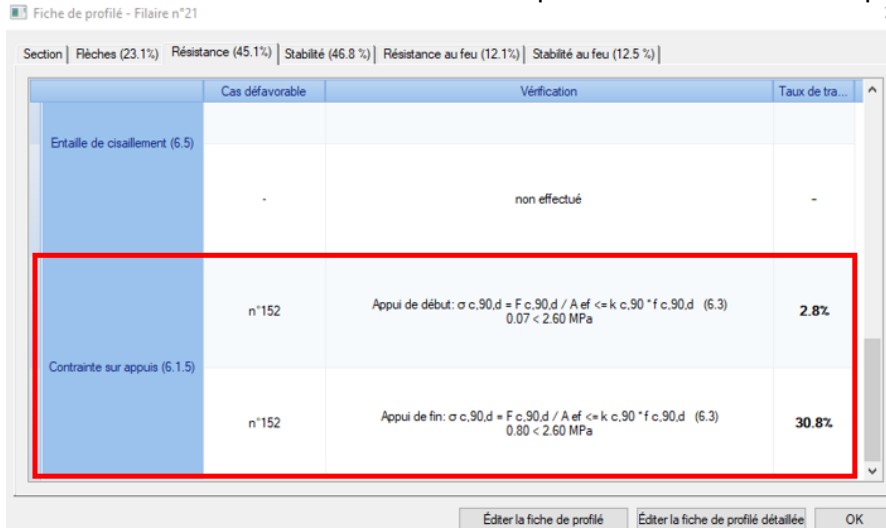
Le facteur d'amplification $k_{c,90}$ tient compte du fait que la capacité de compression est supérieure à la résistance pure du matériau perpendiculairement au grain lorsqu'une poutre est soumise à une contrainte concentrée sur une petite surface.

Cet effet est encore plus important pour le bois lamellé-collé que pour le bois massif, ce qui se traduit par un $k_{c,90}$ plus faible pour le bois massif.

(4) For members on discrete supports, provided that $\ell_1 \geq 2h$, see Figure 6.2b, the value of $k_{c,90}$ should be taken as:

- $k_{c,90} = 1,5$ for solid softwood timber
- $k_{c,90} = 1,75$ for glued laminated softwood timber provided that $\ell \leq 400$ mm

Après le calcul, les résultats de cette vérification sont disponibles dans la fiche de profilé.



Fiche de profilé

La version détaillée de la fiche de profilé fournira également les différents paramètres intervenant dans cette vérification ($F_{c,90,d}$, A_{ef} , $k_{c,90}$ et $f_{c,90,d}$).

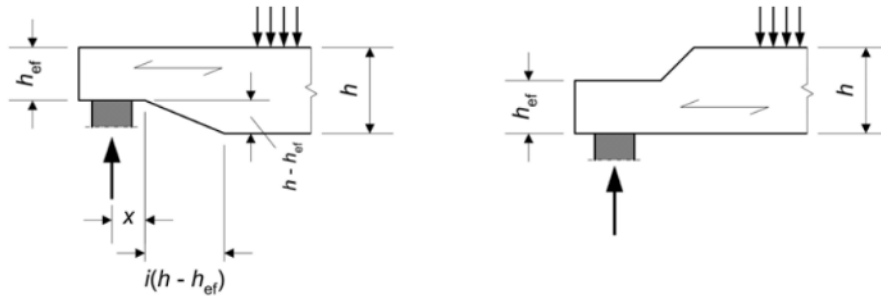
<u>Contrainte sur appuis (6.1.5)</u>	<p>Cas n° 152, Maille n° 21.1</p> <p>Appui de début: $F_{c,90,d} = 3.8$ kN $A_{ef} = 520.00$ cm² $k_{c,90} = 1.50$ $f_{c,90,d} = 1.73$ MPa</p> $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$ <p style="text-align: center;">0.07 < 2.60 MPa (2.8 %)</p> <p>Cas n° 152, Maille n° 21.8</p> <p>Appui de fin: $F_{c,90,d} = 41.6$ kN $A_{ef} = 520.00$ cm² $k_{c,90} = 1.50$ $f_{c,90,d} = 1.73$ MPa</p> $\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$ <p style="text-align: center;">0.80 < 2.60 MPa (30.8 %)</p>
--------------------------------------	---

Fiche de profilé (détaillée)

5.3. Vérification des poutres à entaille sur appui (EC5)

Possibilité d'effectuer une vérification supplémentaire pour les éléments en bois selon l'Eurocode - la vérification de l'entaille aux extrémités d'un élément.

Advance Design 2024 gère désormais la vérification de l'appui des poutres à entaille selon le chapitre §6.5.2 de l'EN 1995-1-1.



Poutres à entaille

Une nouvelle section "Entailles" a été ajoutée aux propriétés bois.

Entailles	
Entaille de début	
Emplacement de l'entaille	Du même côté que l'a...
Hauteur de départ de la poutre (hef)	15.00 cm
Distance entre l'appui et l'entaille (x)	10.00 cm
Longueur de la partie inclinée (Li)	0.00 cm
Entaille de fin	
Emplacement de l'entaille	Du même côté que l'appui
Hauteur de fin de la poutre (hef)	15.00 cm
Distance entre l'appui et l'entaille (x)	10.00 cm
Longueur de la partie inclinée (Li)	0.00 cm

Définition de l'entaille au début d'un élément

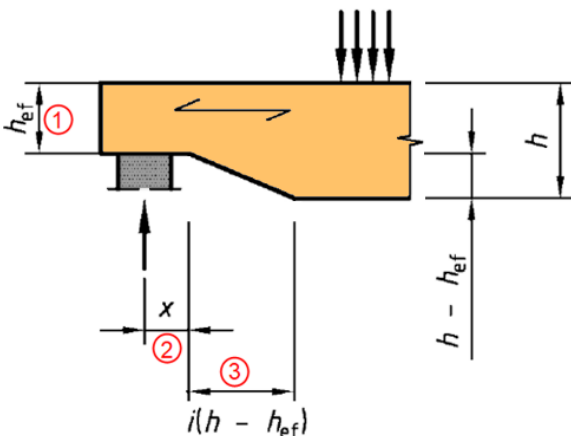
Le paramètre "Emplacement de l'entaille" permet à l'utilisateur de spécifier si l'entaille est :

- À l'opposé de l'appui
- Du même côté que l'appui

Une entaille située du même côté que l'appui (à savoir la face tendue) peut conduire à une rupture fragile en raison de la concentration des contraintes au niveau du coin entaillé. Ainsi, la résistance au cisaillement de l'élément doit être réduite d'un facteur k_v . Au contraire, pour une poutre dont l'entaille d'extrémité se trouve sur la face comprimée (à savoir à l'opposé de l'appui), le coefficient k_v est pris égal à 1,0.

Ce facteur de réduction k_v est déterminé en fonction de :

- La hauteur efficace de la poutre (h_{ef}) à l'emplacement de l'appui
- La distance entre la ligne d'action de la réaction de l'appui et le coin de l'entaille (x).
- L'inclinaison de l'entaille (i), le cas échéant



Entailles	
Entaille de début	
Emplacement de l'entaille	Du même côté que l'a...
Hauteur de départ de la poutre (hef)	15.00 cm
Distance entre l'appui et l'entaille (x)	10.00 cm
Longueur de la partie inclinée (Li)	0.00 cm

Le tableau des coefficients α et k_n , qui interviennent également dans la détermination de k_v , sont calculés automatiquement au cours de la séquence de calcul :

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$k_n = \begin{cases} 4,5 & \text{for LVL} \\ 5 & \text{for solid timber} \\ 6,5 & \text{for glued laminated timber} \end{cases}$$

La vérification vise à s'assurer que la contrainte de cisaillement au niveau de l'appui de l'entaille (τ_d) ne dépasse pas la résistance au cisaillement de calcul ($f_{v,d}$), réduite par le facteur k_v .

$$\tau_d = \frac{1,5V_d}{b_{eff}h_{ef}} \leq k_v f_{v,d}$$

Après le calcul, les résultats de cette vérification sont disponibles dans la fiche de profilé.

Section	Fûches (23.1%)	Résistance (67.3%)	Stabilité (46.8%)	Résistance au feu (12.1%)	Stabilité au feu (12.5%)
	Cas défavorable	Vérification	Taux de tra...		
Entaille de cisaillement (6.5)	n°152	Entaille de début: $\tau_d = 1.5V / (b_{eff} \cdot h_{ef}) \leq k_v \cdot f_{v,d}$ (6.60) 0.28 < 0.94 MPa	30.0%		
	n°152	Entaille de fin: $\tau_d = 1.5V / (b_{eff} \cdot h_{ef}) \leq k_v \cdot f_{v,d}$ (6.60) 1.86 < 2.77 MPa	67.3%		
Contrainte sur appuis (6.1.5)	n°152	Appui de début: $\sigma_{c,90,d} = F_{c,90,d} / A_{ef} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$ (6.3) 0.07 < 2.60 MPa	2.8%		

Fiche de profilé

La version détaillée de la fiche de profilé fournit également les différents paramètres intervenant dans cette vérification (k_v , $f_{v,d}$...).

Entaille de cisaillement (6.5)	Cas n° 152, Maille n° 21.1 Entaille de début: $k_v = 0.34$ $f_{v,d} = 2.77$ MPa $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff}h_{ef}} \leq k_v f_{v,d}$ (6.60) 0.28 < 0.94 MPa (30.0%)
	Cas n° 152, Maille n° 21.8 Entaille de fin: $k_v = 1.00$ $f_{v,d} = 2.77$ MPa $\tau_d = \frac{1.5V}{b_{eff}h_{ef}} \leq k_v f_{v,d}$ (6.60) 1.86 < 2.77 MPa (67.3%)

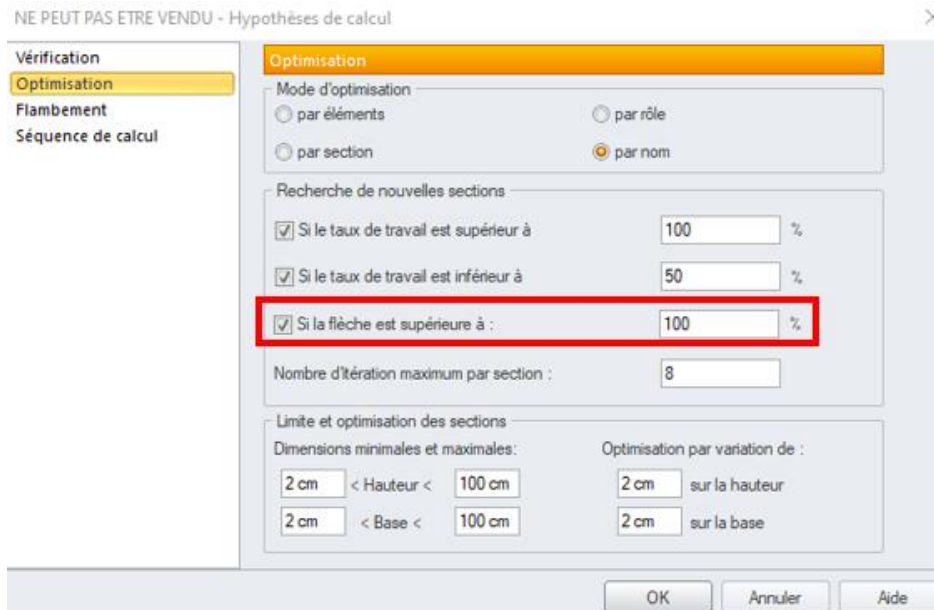
Fiche de profilé (détaillée)

5.4. Optimisation des éléments bois en fonction de la flèche (EC5)

Possibilité de sélectionner automatiquement la section optimale en fonction de la condition de flèche conformément à la norme EN 1995-1-1.

Advance Design 2024 peut désormais trouver les dimensions optimales pour les éléments en bois en fonction de leur flèche.

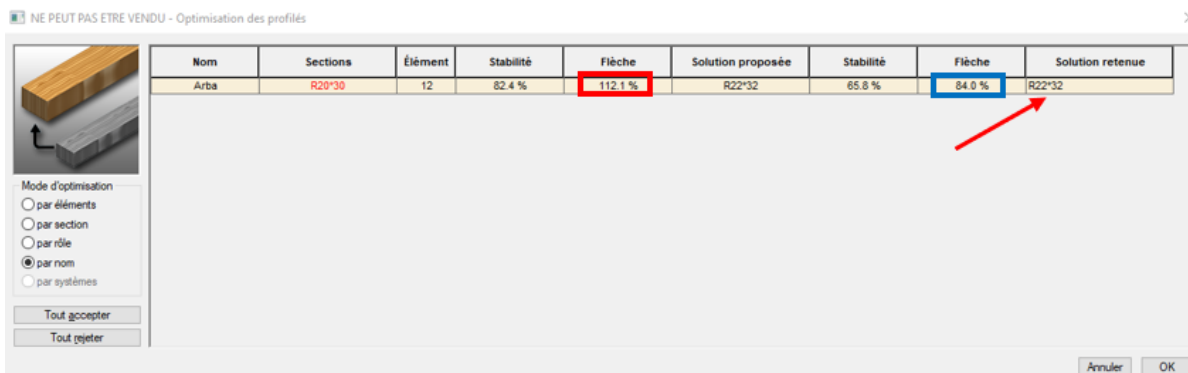
De nouvelles dimensions sont recherchées si l'option appropriée est choisie dans la fenêtre de paramétrage du calcul bois, et si le ratio de flèche actuel dépasse une limite, fixée par défaut à 100 %.



Paramètres d'optimisation dans la fenêtre d'hypothèses

Dans cette boîte de dialogue, nous pouvons définir les limites de dimensions de la section et les incréments à appliquer à la largeur et à la hauteur de la section de départ.

Les résultats de l'optimisation sont donnés dans la boîte de dialogue Optimisation des profilés. Les éléments pour lesquels la flèche est supérieure à la limite sont affichés en rouge. Une section plus grande et plus appropriée est alors suggérée.



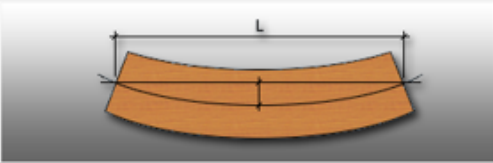
Boite de dialogue Optimisation des profilés

Cette fonction garantit qu'aucune des différentes composantes de la flèche ne dépasse les valeurs limites définies dans le chapitre §7.2 de la norme EN 1995-1-1 (ou de son annexe nationale).

Fiche de profilé - Filaire n°21

Section | Flèches (23.1%) | Résistance (67.3%) | Stabilité (46.8%) | Résistance au feu (12.1%) | Stabilité au feu (12.5%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de travail
W _{inst Q}	n°153 : +1x[2 NN]	L / 2927 < L / 300 (0.231 cm < 2.257 cm)	10 %
W _{inst}	n°161 : 1x[1 G]+1x[2 NN]+0.6x[10 VY-D]	L / 865 (0.783 cm)	-
W _{creep}	-	-	-
W _{fin}	-	L / 865 < L / 100 (0.783 cm < 6.772 cm)	12 %
W _{net,fin}	-	L / 865 < L / 200 (0.783 cm < 3.386 cm)	23 %
W _{inst Q - SE}			



W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}

W_{net,fin} = W_{fin} - W_c

Résultats de la vérification de la flèche pour un élément en bois

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

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

6.1. Gabarit de sélection

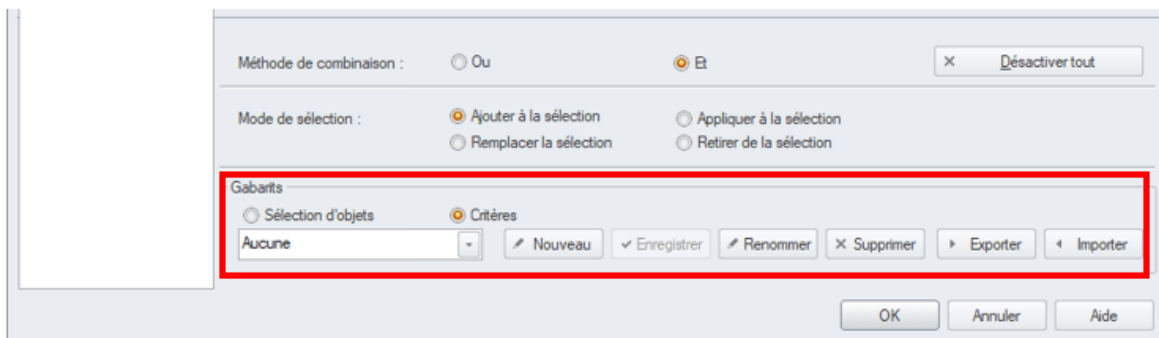
La possibilité d'enregistrer et de sélectionner facilement des gabarits pour la sélection d'objets.

La sélection d'objets est l'une des opérations les plus fréquentes. Pour ce faire, nous disposons de plusieurs outils, notamment la sélection à l'aide du pilote ou l'utilisation de la fenêtre pour définir les critères de sélection. À partir d'Advance Design 2024, il est également possible d'enregistrer et d'utiliser des sélections d'objets précédemment sauvegardées. Il est ainsi plus facile de sélectionner rapidement n'importe quel ensemble d'objets.

Nous pouvons enregistrer un gabarit avec des sélections pour deux types :

- Enregistrement d'une sélection d'objets - c'est-à-dire l'enregistrement d'une sélection (par exemple, graphiquement) de n'importe quel objet
- Sauvegarde des critères de sélection - c'est-à-dire sauvegarde de la sélection définie par des critères dans la fenêtre de sélection des éléments.

Des gabarits peuvent être ajoutés à tout moment lorsque l'on travaille sur une structure. La création d'un nouveau gabarit s'effectue à l'aide des commandes situées en bas de la fenêtre de sélection. Ces commandes permettent d'ajouter, de renommer et de supprimer un gabarit et, dans le cas des gabarits de critères, d'exporter et d'importer des gabarits dans un fichier.



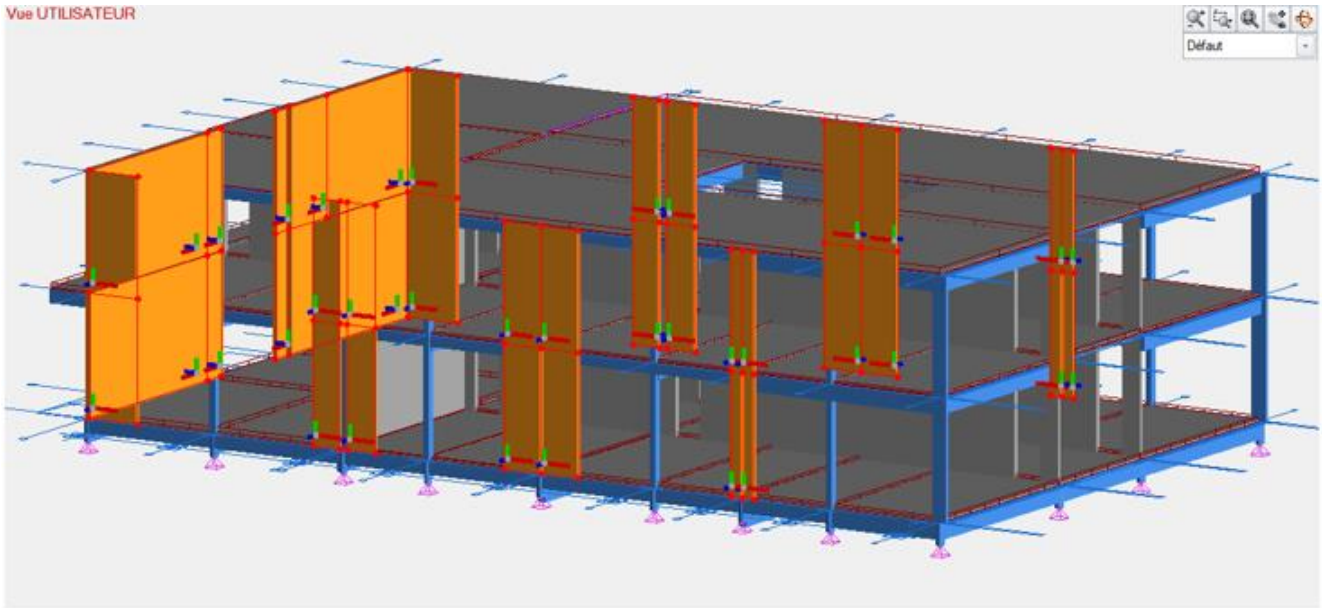
Nouvelles options pour les gabarits de sélection dans la fenêtre de sélection

Gabarits de sélection d'objets

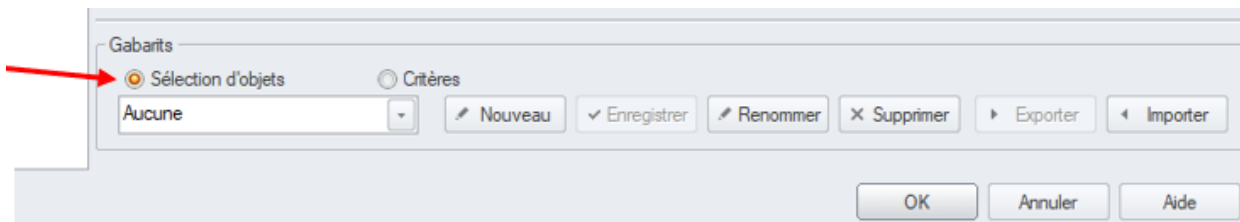
Les gabarits de sélection d'objets permettent d'effectuer plusieurs sélections rapides de n'importe quelle sélection d'objet, indépendamment de la manière dont la sélection a été créée et du type d'objet. Par exemple, nous pouvons sélectionner graphiquement plusieurs parties différentes d'une structure (murs, poutres, appuis, ...) et enregistrer cette sélection en tant que gabarit. Ce type de gabarit est basé sur l'enregistrement des numéros d'identification des éléments.

La procédure d'ajout d'un gabarit est la suivante:

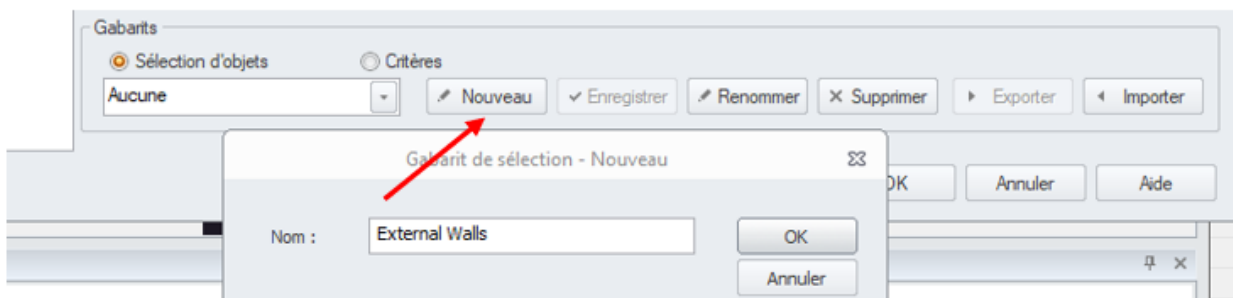
- Pour commencer, nous créons une sélection. Vous pouvez utiliser n'importe quelle méthode (telle qu'une sélection graphique d'éléments) et elle peut contenir différents types d'objets.



- Ouvrez ensuite la fenêtre de sélection (ALT+S) et réglez le type de gabarit sur "Sélection d'objets" dans la partie inférieure.



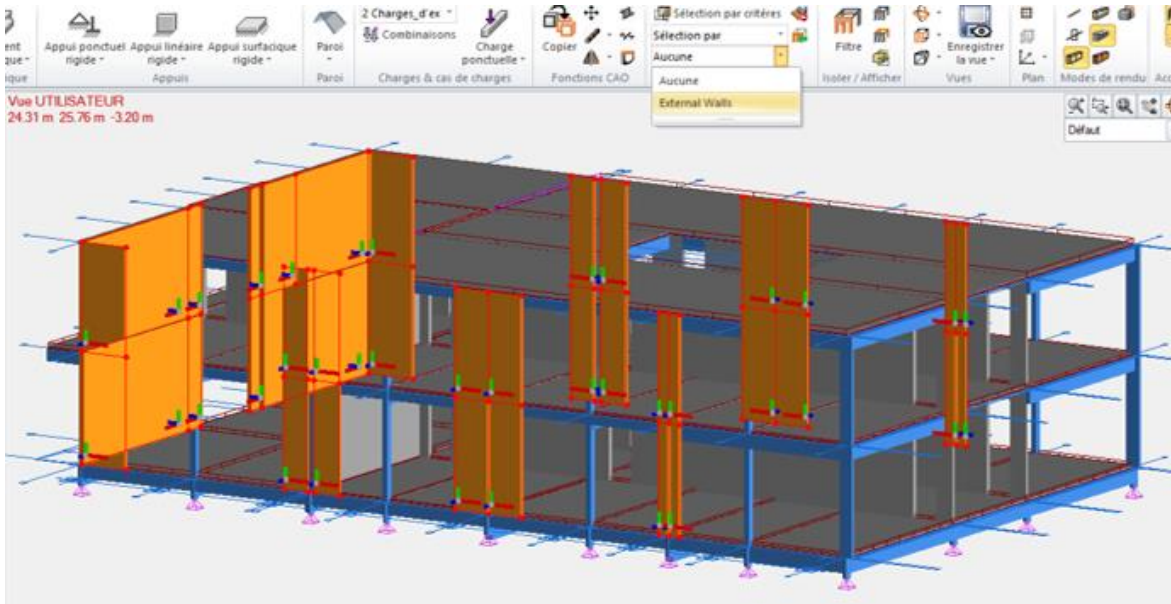
- Cliquez sur le bouton Nouveau et entrez le nom du gabarit



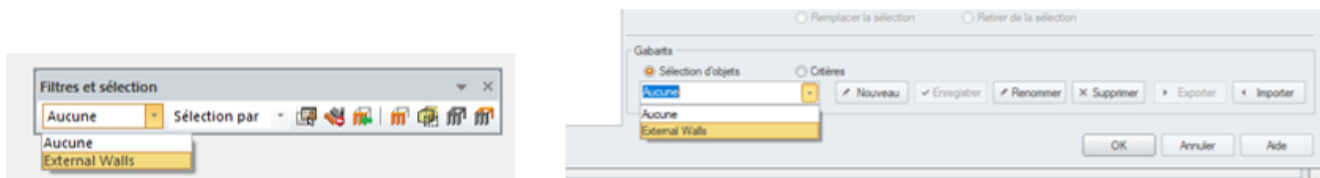
- Le gabarit est enregistré lorsque le bouton Enregistrer est utilisé ou lorsque la fenêtre est fermée à l'aide du bouton OK.

Le choix d'une sélection à partir d'un gabarit peut se faire de plusieurs manières.

La méthode la plus rapide consiste à sélectionner un gabarit dans la liste disponible directement dans le ruban. Une fois le gabarit sélectionné dans la liste, la sélection des objets est automatique. Comme le montre l'image ci-dessous, les gabarits fonctionnent à la fois en phase saisie et en phase analyse.



Le choix à partir de la barre d'outils dédiée à la sélection fonctionne de la même manière, et vous pouvez également rappeler une sélection à l'aide de la fenêtre de sélection (ALT+S).



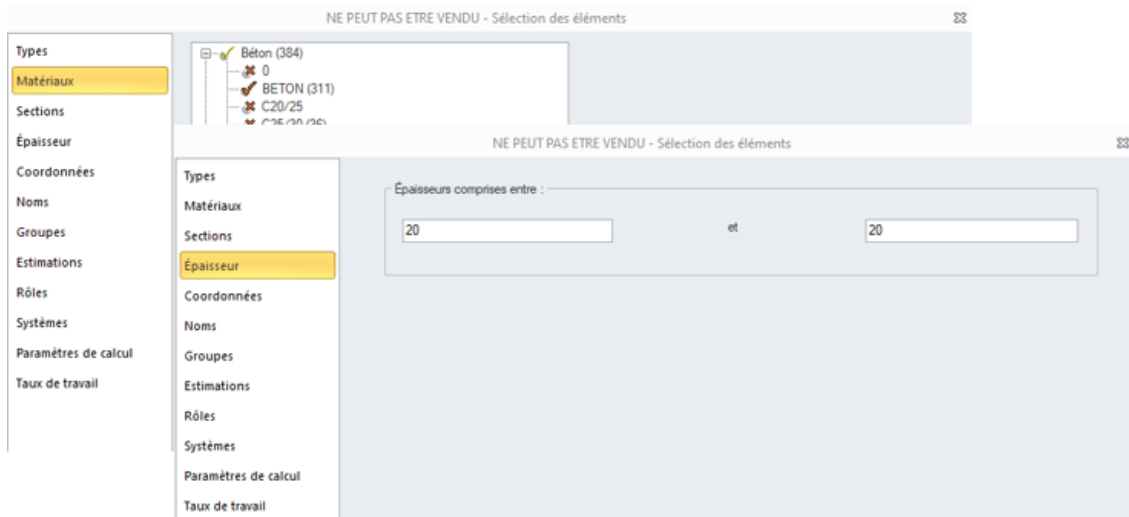
Étant donné que les gabarits de sélection d'objets reposent sur le stockage des numéros d'identification des éléments sélectionnés, il convient de noter que la modification de la numérotation des objets dans le modèle peut affecter l'effet de sélection d'un gabarit précédemment enregistré. Les gabarits de ce type ne sont disponibles que dans le projet en cours.

Gabarits des critères de sélection

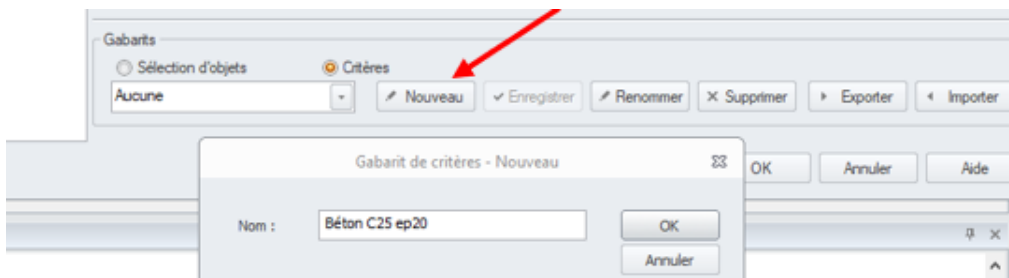
Le gabarit de sélection par enregistrement des critères permet d'enregistrer l'ensemble actuel des critères définis dans la fenêtre de sélection. Ce type de gabarit n'est pas basé sur des numéros d'identification et est donc plus polyvalent, bien qu'il nécessite une définition précise des critères. Les gabarits de ce type peuvent être utilisés dans le projet en cours, mais ils peuvent également être enregistrés/exportés dans un fichier et être facilement chargés et utilisés dans d'autres projets.

La procédure d'ajout d'un gabarit est la suivante :

- Tout d'abord, ouvrons la fenêtre de sélection des éléments (par exemple, en utilisant le raccourci ALT+S) et sélectionnons les critères dans les onglets.

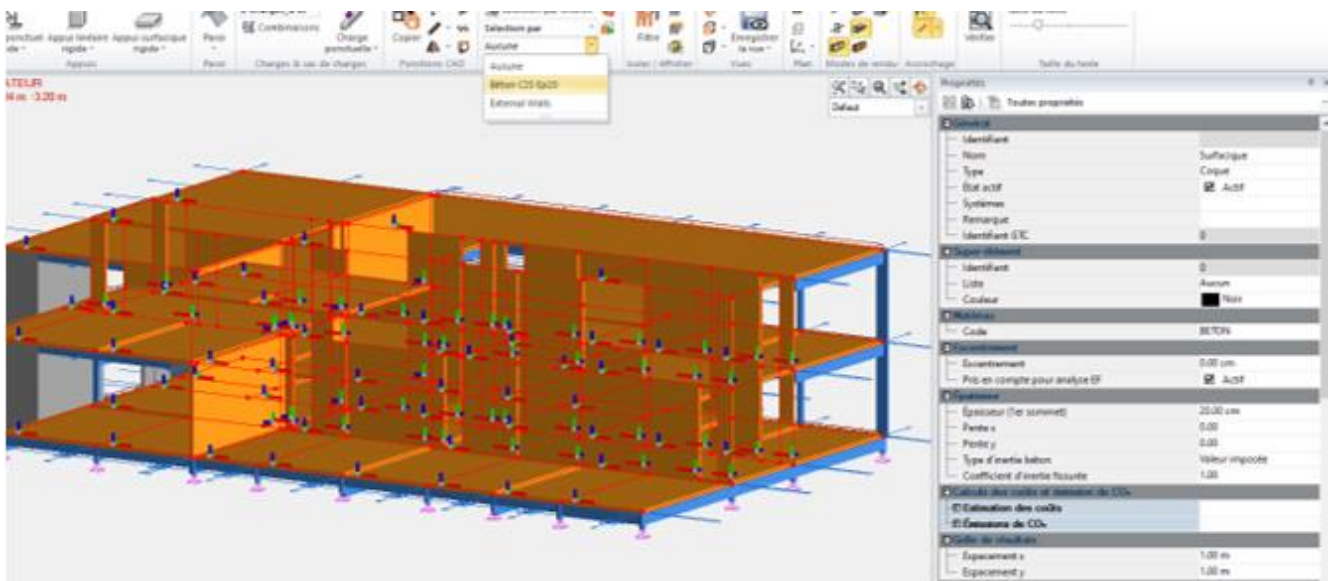


- Assurez-vous que le type de gabarit est défini sur "Critères" en bas de la fenêtre (c'est le choix par défaut).
- Cliquez sur le bouton Nouveau et saisissez le nom du gabarit.



- Le gabarit est enregistré lorsque le bouton Enregistrer est utilisé ou lorsque la fenêtre est fermée à l'aide du bouton OK.

L'application du gabarit se fait de la même manière que celle décrite précédemment pour les gabarits de sélection d'objets.

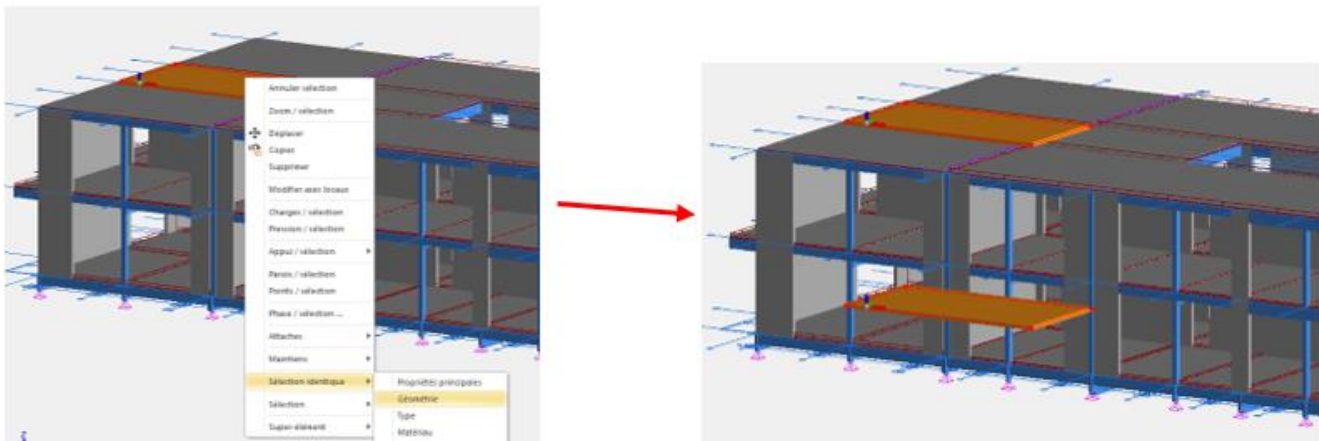


Dans le cas des gabarits de sélection par critère, nous pouvons également les enregistrer dans un fichier externe. Cela peut s'avérer pratique lorsque nous définissons plusieurs de nos gabarits universels et que nous voulons les utiliser dans d'autres projets. Pour cela, utilisez les boutons d'exportation et d'importation prévus à cet effet.

6.2. Nouvelles options pour la sélection d'éléments identiques

Sélection d'objets beaucoup plus rapide et facile.

Pour faciliter la sélection graphique des éléments, un nouvel outil a été ajouté pour la sélection rapide d'éléments identiques à l'élément sélectionné. Pour utiliser la nouvelle fonction, sélectionnez un seul élément (filaire/surfacique/paroi/appui/charge) et ouvrez le menu contextuel en cliquant avec le bouton droit de la souris. La nouvelle commande " Sélection identique " contient plusieurs critères de comparaison qui peuvent être choisis dans le menu, ce qui vous permet d'affiner rapidement votre recherche.



Les critères suivants sont disponibles :

- **Propriétés principales** - Sélectionne les éléments ayant les mêmes propriétés principales. La liste des propriétés principales dépend du type d'élément :
 - Éléments filaires : la géométrie (longueur), le matériau et la section
 - Éléments surfaciques : géométrie, épaisseur
 - Paroi : Géométrie
 - Appuis : Catégorie (Rigide, Élastique, etc.) et relaxation (valeur de TX, TY, etc.)
 - Charges : Catégorie (Ponctuelle / Linéaire / Surfacique) et la définition (valeurs de FX, FY, etc.).
- **Géométrie** - Sélectionne les éléments ayant les mêmes propriétés géométriques (par exemple la longueur pour les éléments filaires)
- **Type** - Sélectionne les éléments ayant la même propriété Type (comme Poutre courte ou tirant pour les éléments filaires)
- **Matériau** - Sélectionne les éléments ayant le même matériau.
- **Section** - Sélectionne les éléments ayant la même section (éléments filaires)
- **Épaisseur** - Sélectionne les éléments ayant la même épaisseur (éléments surfaciques)
- **Nom** - Sélectionne les éléments ayant la même propriété Nom.
- **Rôle** - Sélectionne des éléments ayant le même modèle Rôle.
- **Système** - Sélectionne les éléments du même sous-système.

REMARQUE: *En fonction de l'élément sélectionné, certains critères peuvent ne pas être disponibles. Par exemple, le critère d'épaisseur est disponible pour les éléments surfaciques, mais pas pour les appuis, les charges ou les éléments filaires.*

6.3. Possibilité de filtrer les éléments inactifs

Recherche plus rapide des éléments inactifs.

Pour faciliter la recherche des éléments qui ont été exclus de la génération du modèle de calcul (c'est-à-dire dont la propriété État actif est désactivée), un nouveau filtre a été ajouté à la fenêtre Sélection. Ce filtre permet de sélectionner rapidement les éléments dont l'état est actif ou inactif.



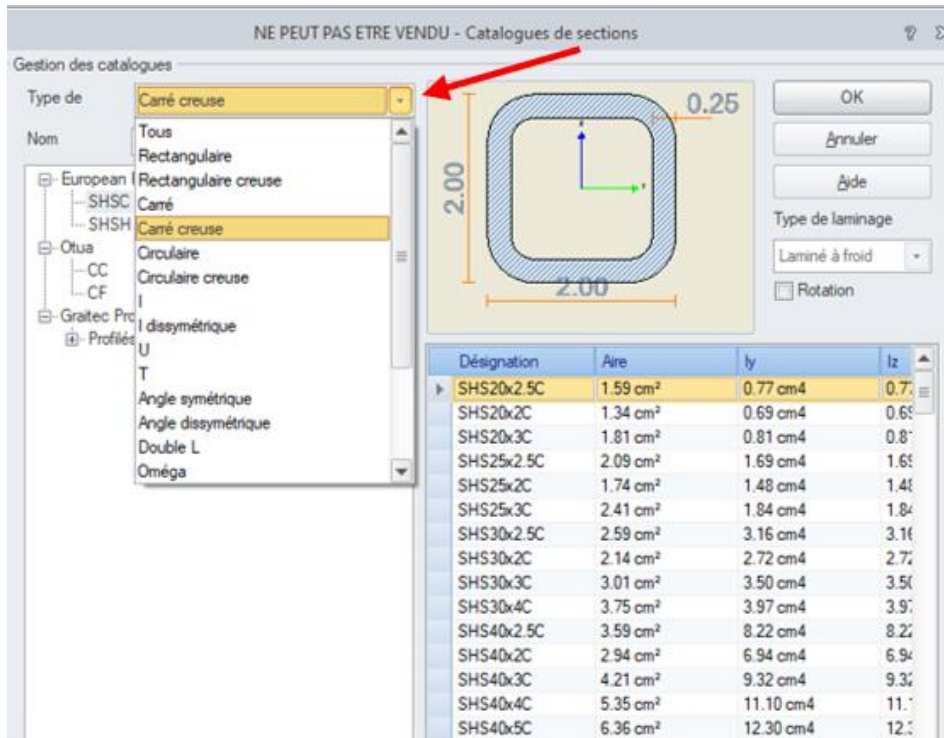
Recherche plus rapide des éléments inactifs

6.4. Filtrage de profils à partir des bases de données

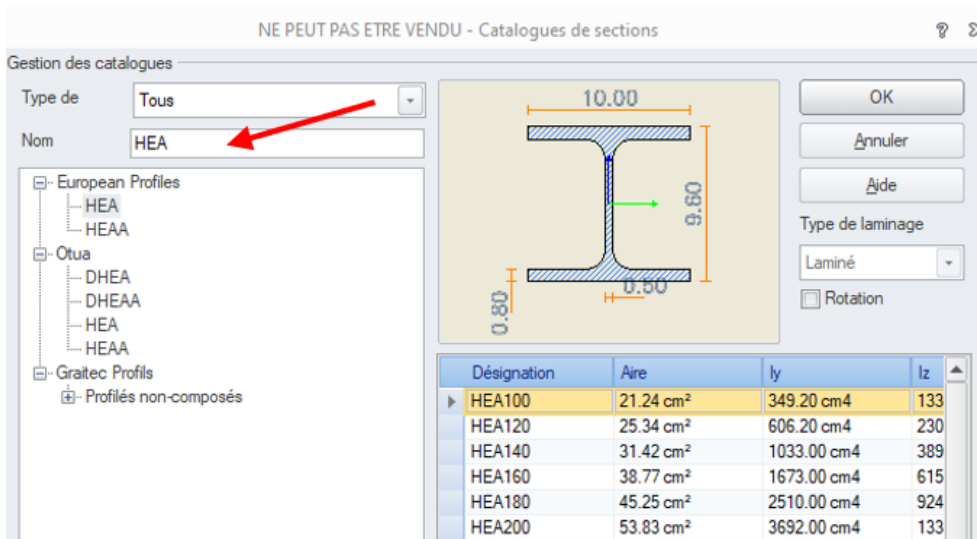
Recherche plus rapide des profilés dans les bases de données.

Pour accélérer et faciliter la recherche des sections dont vous avez besoin, plusieurs améliorations ont été apportées à la fenêtre de sélection des profilés dans les bases de données.

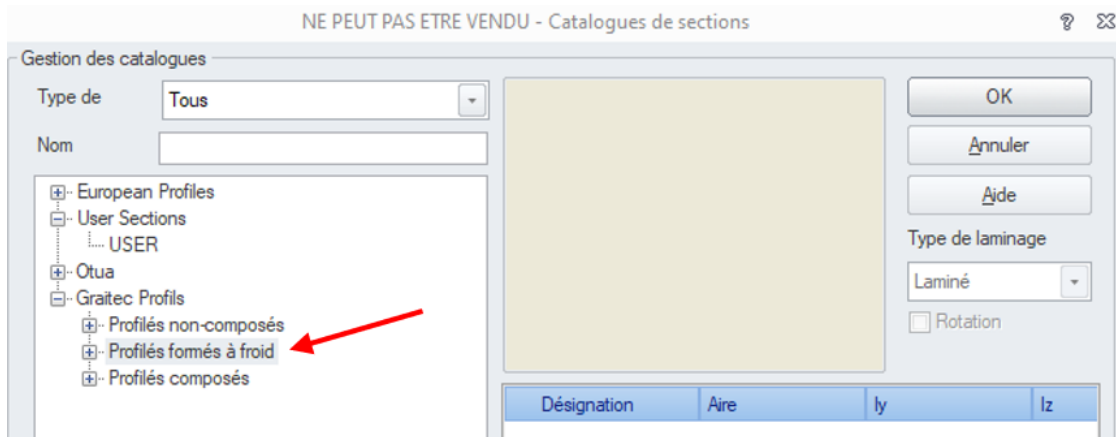
Le premier changement est l'ajout d'un filtre par type de section. Le filtre, sous forme de liste déroulante, contient un ensemble de types de profils disponibles, par exemple Rectangulaire, Rectangulaire creux, U, C, T, Z, Zeta, etc. La sélection d'un type dans la liste réduit automatiquement la liste des bibliothèques affichées.



Une autre amélioration est l'ajout d'un filtre textuel. Le principe de fonctionnement est simple : vous devez saisir une chaîne de caractères quelconque (il peut s'agir du début ou d'un morceau du nom de la bibliothèque) et valider avec la touche Entrée. La liste des bibliothèques disponibles sera automatiquement réduite à celles dont le nom contient le texte saisi.



De plus, pour faciliter la recherche de profils en acier formés à froid dans la base de données *Graitec Profiles*, ces profils ont été séparés dans un nouveau groupe intitulé "Profils formés à froid".



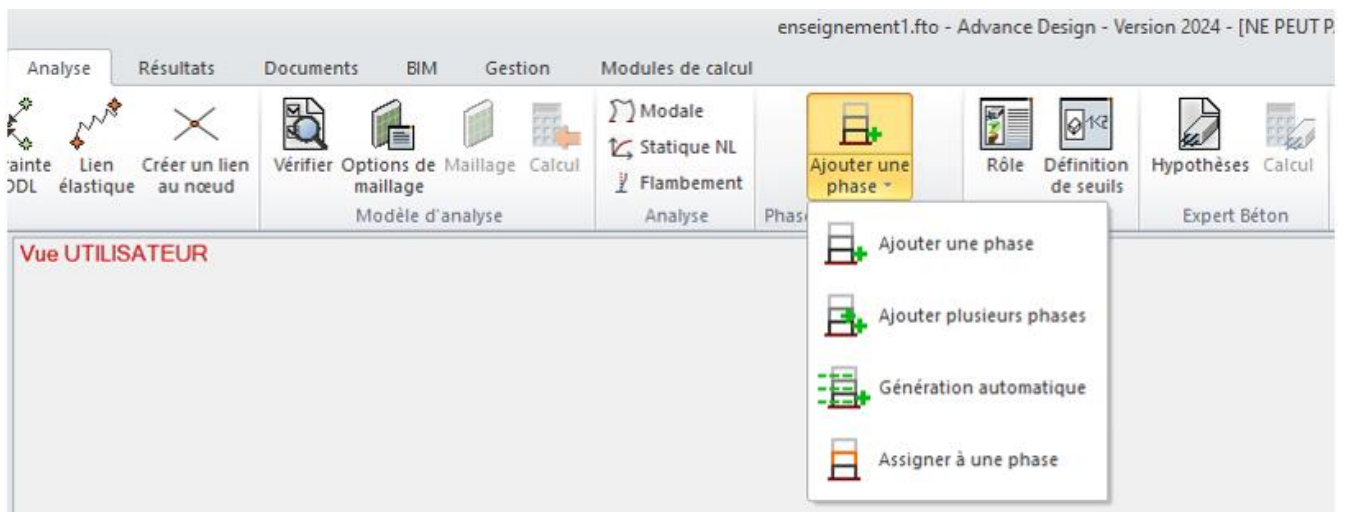
Il convient de noter que les profilés formés à froid de ce groupe sont des profilés qui contiennent les données nécessaires aux calculs de vérification selon les normes métalliques actuelles. Cependant, dans la base de données *Graitec profiles*, dans le groupe " Profilés non-composés ", il y a également d'autres éléments qui, par leur forme et leur nom, suggèrent qu'il s'agit de profilés formés à froid. Toutefois, ces profilés ne peuvent pas être vérifiés conformément à la norme en raison du manque de données nécessaires.

6.5. Nouvelles commandes pour ajouter des phases

Facilité de définition des phases de construction.

Pour faciliter la définition des phases de construction, quatre commandes ont été ajoutées au ruban Analyse :

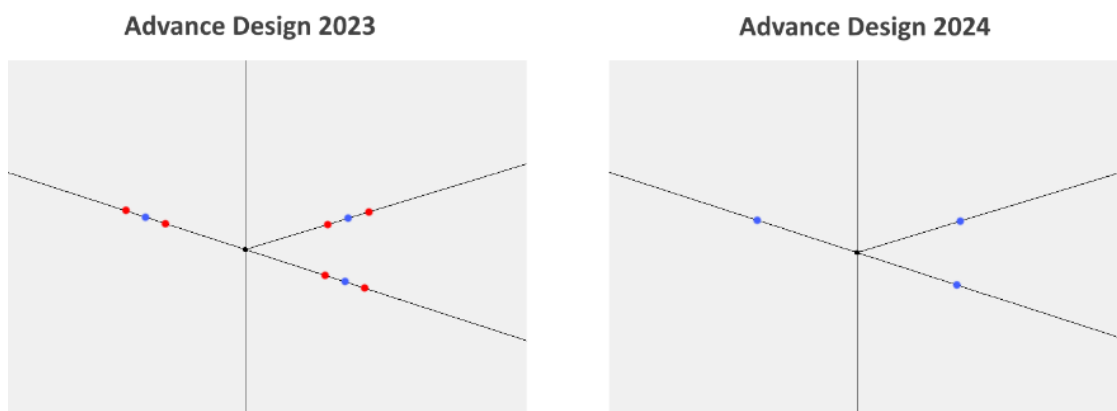
- **Ajouter une phase** - Ajoute une nouvelle phase de construction.
- **Ajouter plusieurs phases** - Ajoute plusieurs nouvelles phases de construction (en fonction du nombre saisi)
- Génération automatique - Génère automatiquement des phases de construction - une pour chaque étage.
- **Ajouter à une phase** - Affiche une fenêtre permettant d'ajouter les objets sélectionnés aux phases.



6.6. Amélioration du maillage pour l'analyse Pushover

Pour les éléments comportant des rotules plastiques, le maillage des éléments finis est désormais régulier, ce qui améliore considérablement la répartition du maillage dans les éléments surfaciques adjacents.

La modélisation des rotules plastiques dans les éléments filaires est plus performante dans Advance Design 2024. Auparavant, pour capturer les rotations/translations plastiques des rotules, des nœuds supplémentaires étaient automatiquement générés de part et d'autre de la rotule plastique. Ces nœuds perturbaient le maillage régulier des éléments structuraux, en particulier lorsque des éléments filaires étaient en contact avec des éléments surfaciques, et augmentaient le nombre total de degrés de liberté dans la structure. Une meilleure modélisation des rotules plastiques dans Advance Design 2024 a permis de capturer les rotations/translations plastiques sans avoir besoin de ces nœuds additionnels.

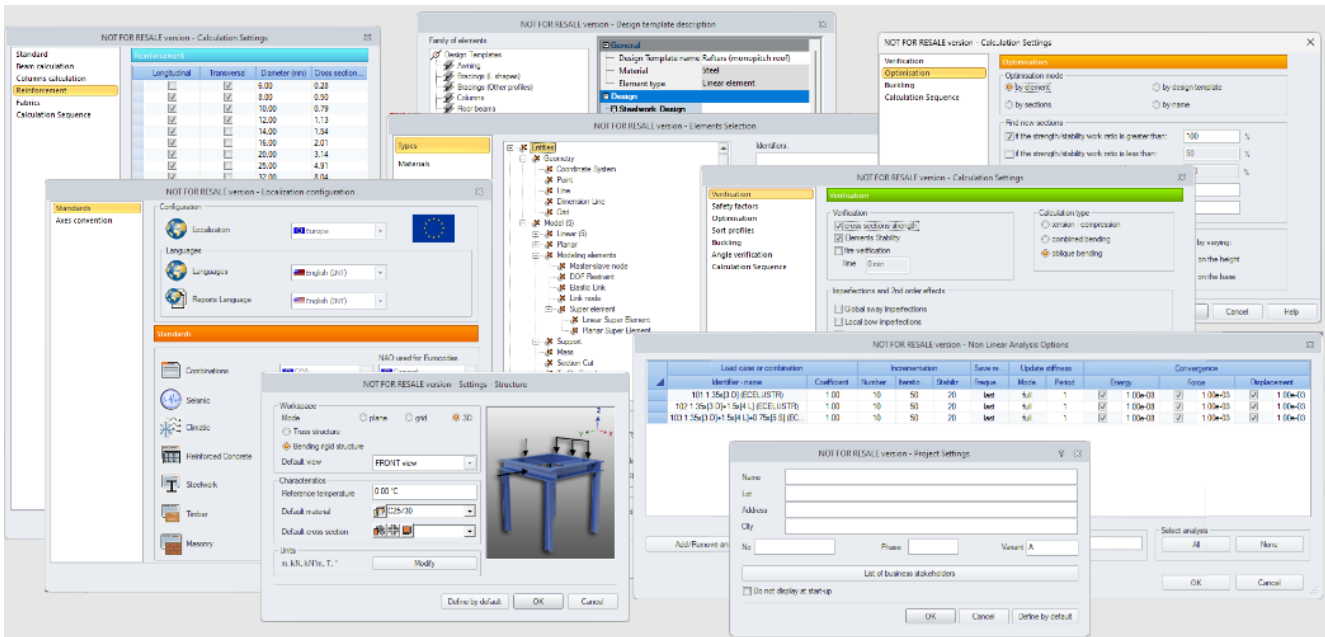


*Exemple de modélisation de rotules plastiques sur des poutres
(points bleus - rotules plastiques, points rouges - nœuds additionnels)*

6.7. 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 ensemble de boîtes de dialogue a été mis à jour, leur conférant 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.



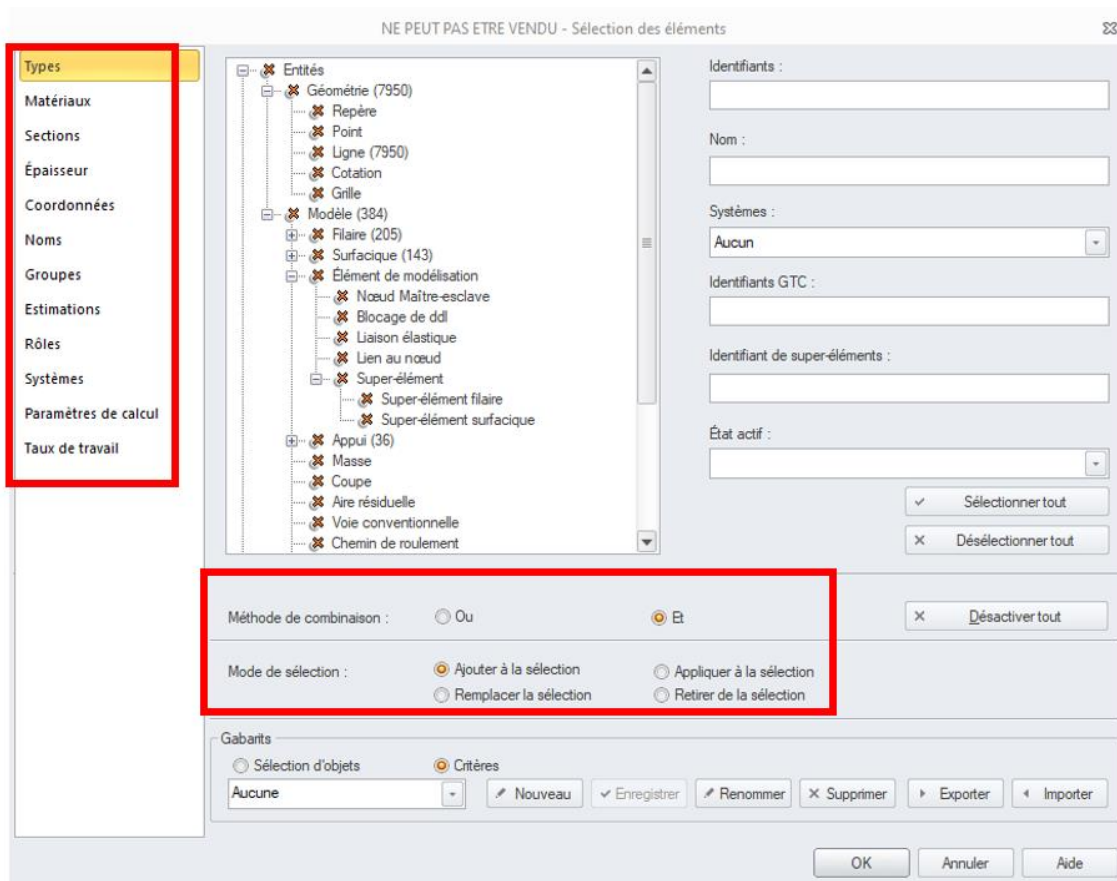
6.8. Amélioration de la fenêtre de sélection par critères

Amélioration de la fenêtre de sélection pour faciliter le choix des méthodes de sélection.

La fenêtre de sélection par critères (ouverte à partir du ruban ou via le raccourci clavier ALT+S) a été légèrement agrandie afin de développer les possibilités et de simplifier le travail.

La première amélioration est le passage d'onglets vers un mode liste. Cela facilite la sélection des catégories de critères et élimine le problème du défilement des onglets, qui se posait surtout avec les noms longs dans certaines langues.

Le deuxième changement consiste en de nouveaux modes de sélection et une définition plus claire des combinaisons de critères. À cette fin, plusieurs options ont été ajoutées dans la partie inférieure de la fenêtre.



Amélioration de la fenêtre de sélection par critères

La première série d'options est appelée méthode de combinaison. Deux choix s'offrent à vous :

- **Ou** - Il s'agit de l'ancienne méthode "Union". Il sélectionne tous les éléments qui correspondent à au moins un des critères définis. C'est le cas, par exemple, lorsque vous choisissez deux critères : Type= *Éléments filaires* et Matériau= *Béton*, tous les éléments filaires (y compris les éléments qui ne sont pas en béton) et tous les éléments béton (y compris les éléments surfaciques) seront sélectionnés avec cette méthode.
- **Et** - Il s'agit de l'ancienne méthode "Intersection". Il ne sélectionne que les éléments qui correspondent à tous les critères définis en même temps. C'est le cas, par exemple, lorsque vous choisissez deux critères : Type= *Éléments filaires* et Matériau= *Béton*, seuls les éléments filaires en béton seront sélectionnés avec cette méthode.

La deuxième série d'options est appelée mode de sélection. Celles-ci sont utilisées lorsque la fenêtre de sélection par critères a été appelée pour créer une nouvelle sélection alors qu'une sélection d'objets existe déjà dans le modèle.

Quatre choix sont possibles :

- **Ajouter à la sélection** - Ajoute une nouvelle sélection à la sélection existante. **Il s'agit de l'option par défaut.**
- **Remplacer la sélection** - Remplace la sélection existante par une nouvelle.
- **Retirer de la sélection** - Retire la nouvelle sélection de la sélection en cours.
- **Appliquer à la sélection** - Applique de nouveaux critères à la sélection existante.

7. Autres nouveautés et petites améliorations

Plusieurs nouvelles fonctionnalités et petites améliorations ont été introduites dans la dernière version d'Advance Design.

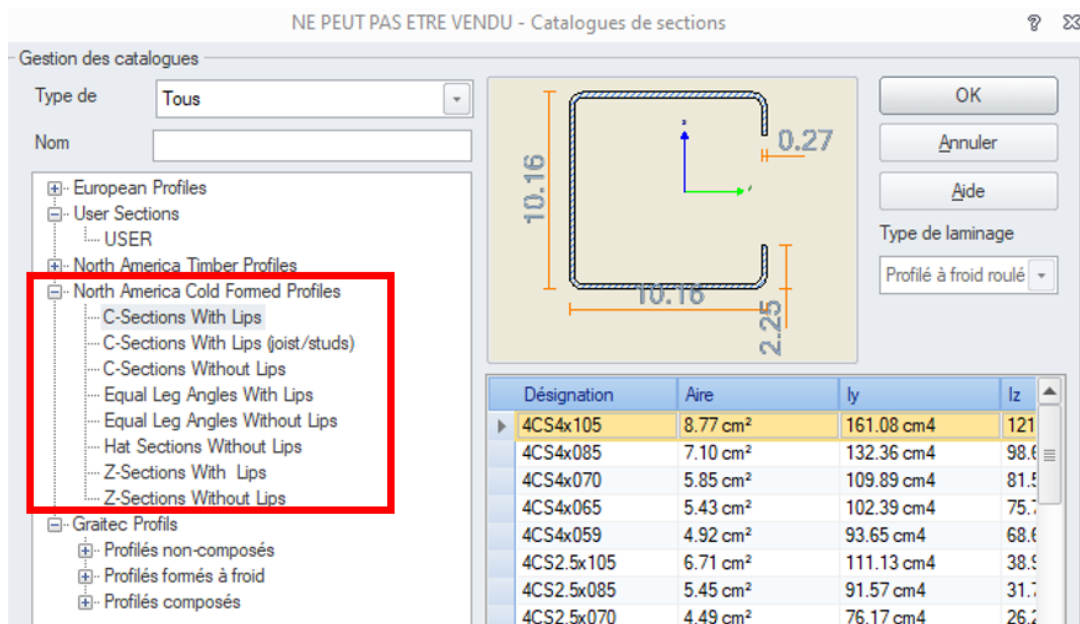
7.1. Nouvelle base de données de profils d'acier formés à froid pour l'Amérique du Nord

Capacité à modéliser des structures utilisant des profils formés à froid typiques du marché nord-américain.

Une nouvelle liste a été ajoutée à la liste des bases de données de profils - **North America Cold-Formed Profiles**. Elle inclut les données des profils en acier formé à froid des tableaux I-1 à I-8 de *AISI Cold-Formed Steel Design Manual (2017 edition)*.

Il y a 8 familles de profils disponibles :

- Section en C avec retour,
- Section en C avec retour (solives/goujons),
- Section en C sans retour,
- Z avec retour,
- Z sans retour,
- Cornières à ailes égales avec retour,
- Cornières à ailes égales sans retour,
- Omega sans retour.

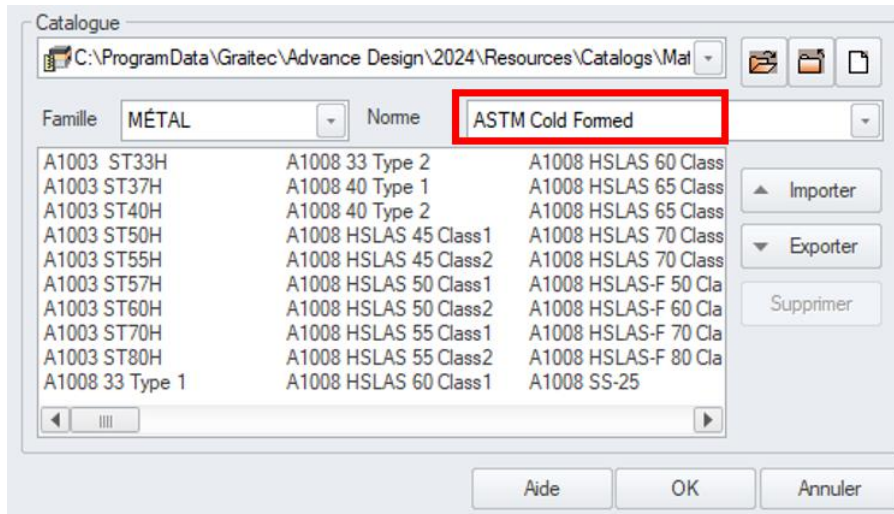


7.2. Nouvelle base de données de matériaux acier des profils formés à froid pour l'Amérique du Nord

Capacité à modéliser des structures utilisant des matériaux d'Amérique du Nord pour les sections formées à froid.

Dans la bibliothèque des matériaux, une nouvelle norme a été ajoutée à la liste de la famille ACIER : *ASTM Cold Formed*. Il contient de nouveaux matériaux à utiliser pour les profils formés à froid en Amérique du Nord. Chaque matériau a une application spécifique qui est décrite en détail dans le

tableau 1.2 de l' *ISI Cold-Formed Steel Design Manual* (Manuel de conception de l'acier formé à froid de l'ISI).

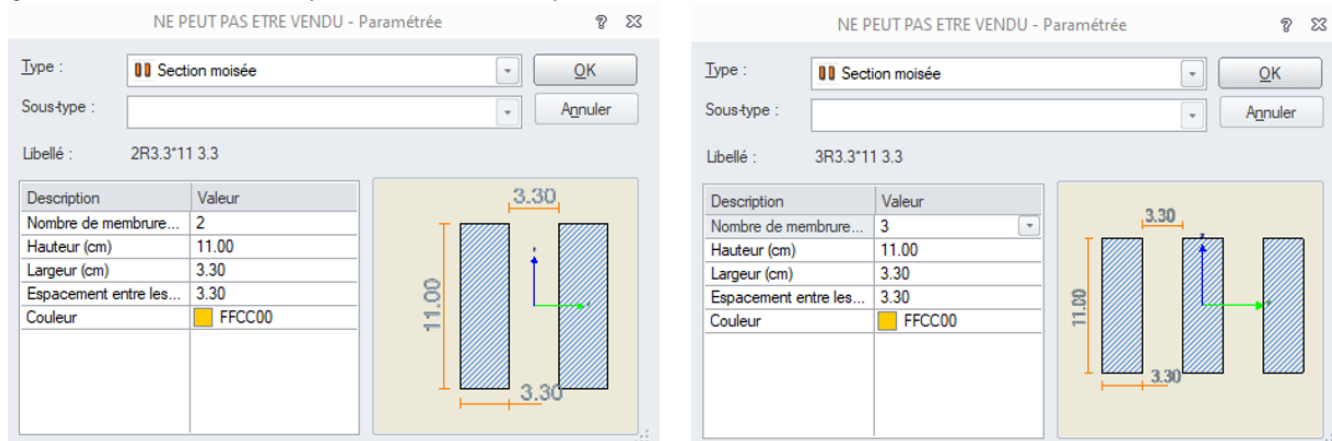


7.3. Nouvelle section paramétrique - Section moisée

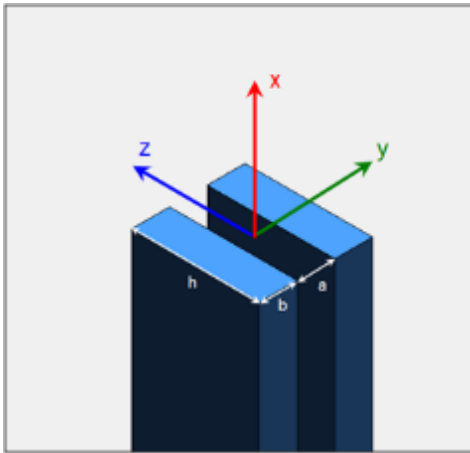
Possibilité de définir facilement des profilés composés en bois.

Un nouveau type - Sections moisées - a été ajouté à la liste des types de profil qui peuvent être définis de manière paramétrique.

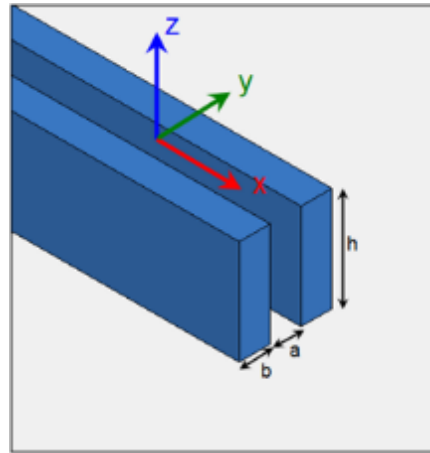
Il permet de modéliser une section composée de 2, 3 ou 4 sections rectangulaires identiques, placées en parallèle avec le même espacement. Les sections à deux éléments sont le plus souvent utilisées pour modéliser les éléments de toiture en bois, tandis que les configurations à 2, 3 et 4 éléments sont généralement utilisées pour modéliser les poteaux en bois.



La convention d'axe utilisée dans Advance Design est l'axe local z parallèle à la hauteur (h).



Convention d'axes pour les poteaux moisés



Convention d'axes pour les poutres moisées

Le nombre de sections et l'espacement entre elles ont un impact sur les paramètres de l'élément :

Aire pour n sections :

$$A_{tot} = n \cdot A = n \cdot b \cdot h$$

Inertie dans le plan pour n sections :

$$I_{y,tot} = n \cdot I_y = n \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Inertie hors plan

Pour **2 sections** :

$$I_{z,tot} = \frac{h \cdot [(2 \cdot b + a)^3 - a^3]}{12}$$

Pour **3 sections** :

$$I_{z,tot} = \frac{h \cdot [(3 \cdot b + 2 \cdot a)^3 - (b + 2 \cdot a)^3 + b^3]}{12}$$

Pour **4 sections** :

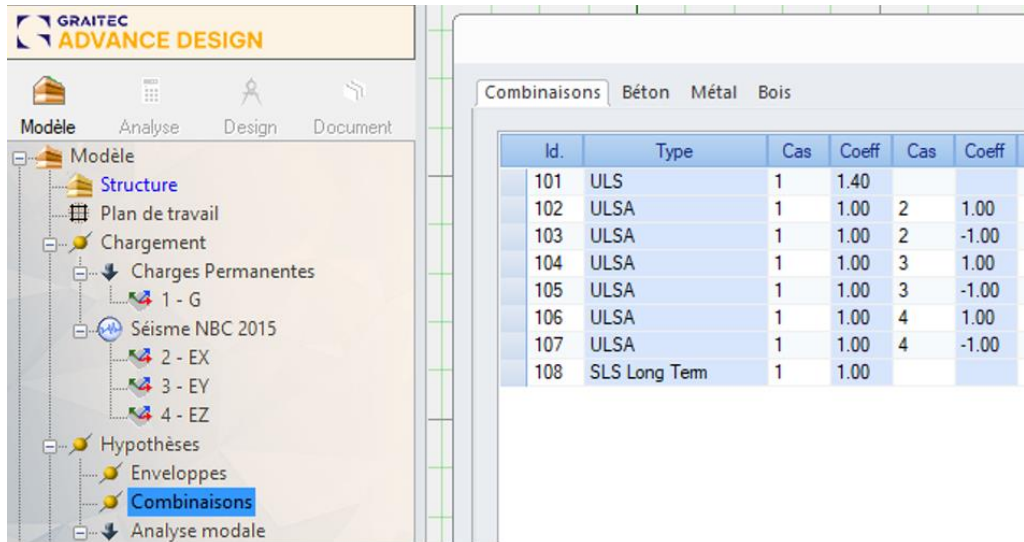
$$I_{z,tot} = \frac{h \cdot [(4 \cdot b + 3 \cdot a)^3 - (2 \cdot b + 3 \cdot a)^3 + (2 \cdot b + a)^3 - a^3]}{12}$$

7.4. Amélioration de la création des combinaisons sismiques pour le Canada

Prise en compte automatique des directions opposées des efforts sismiques pour le Canada.

Lors de la génération automatique des combinaisons avec les cas sismiques selon la norme canadienne du CNB, les combinaisons sismiques prennent désormais en compte les deux directions pour les efforts des cas de charge sismique (EX, EX, EZ). Les cas sismiques sont maintenant étudiés dans les combinaisons, une fois avec un signe positif et une fois avec un signe négatif.

Cela permet d'éviter le problème de l'annulation des efforts lorsque des charges concomitantes s'exercent sur la structure, par exemple la pression du sol dans une direction et l'effort sismique dans la direction opposée.



7.5. Définition de lien au nœud sur sélection

Un meilleur contrôle de la modélisation avec une sélection précise des éléments à lier.

Une méthode supplémentaire permettant de définir rapidement plusieurs liens au nœud de manière simultanée a été introduite. Désormais, après avoir appelé la commande "Lien au nœud" dans la ligne de commande, vous pouvez choisir de la définir en sélectionnant des éléments (en appuyant sur la touche x du clavier).

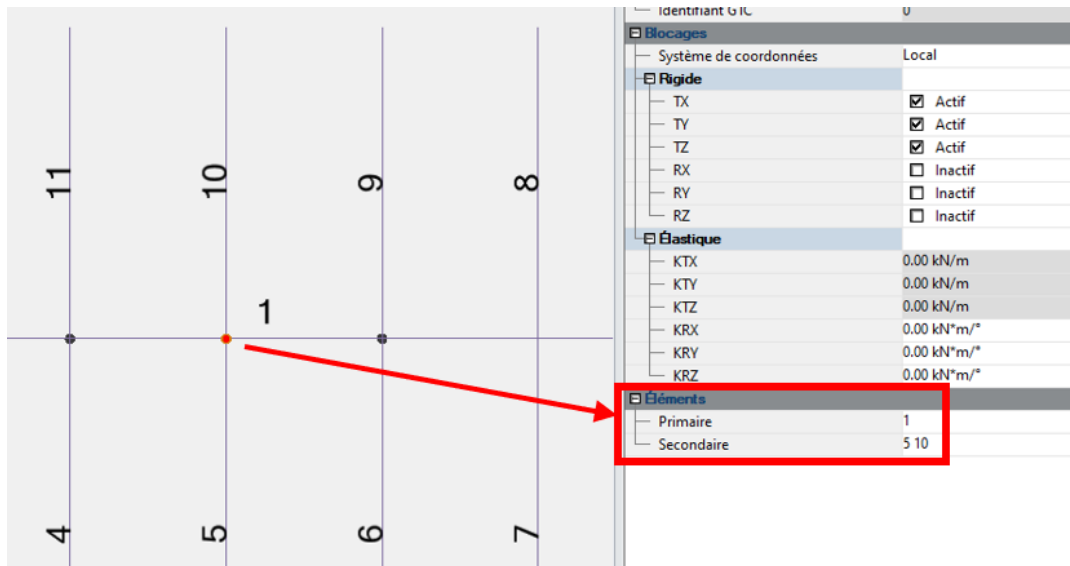
```
Console
Appuyez sur p pour saisir un point ou sur x pour sélectionner des éléments > >
```

Vous pouvez alors indiquer graphiquement les éléments principaux et secondaires de manière distincte. Vous pouvez inclure plusieurs éléments principaux et plusieurs éléments secondaires.

```
Console
> Sélectionnez les éléments principaux et appuyez sur Entrée > 1
```

```
Console
> Sélectionnez les éléments secondaires et appuyez sur Entrée > 4 11 5 10 6 9
```

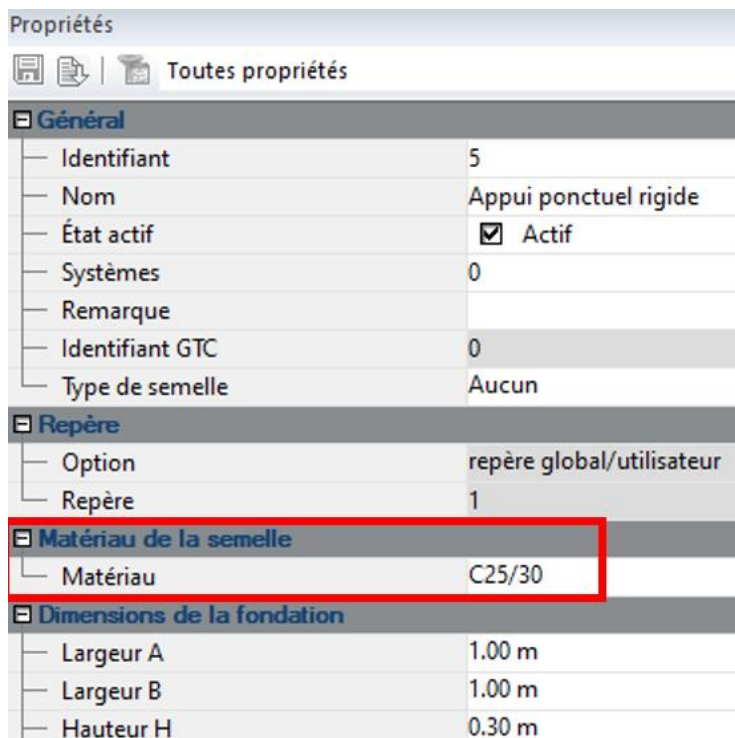
Cela permet une définition précise et claire des liens.



7.6. Possibilité de définition des matériaux pour les appuis

Possibilité de définir le type de béton pour les fondations dans le modèle 3D.

La possibilité d'attribuer un matériau (type de béton) aux appuis a été ajoutée. Elle est disponible dans la liste des propriétés de tous les types d'appuis ponctuels et linéaires.

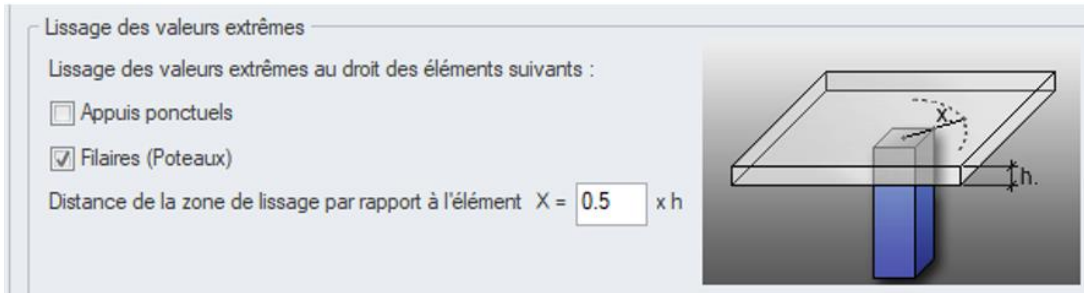


L'affectation d'un matériau à une fondation a actuellement deux utilisations. Tout d'abord, avec les informations sur les dimensions des fondations, il permet d'estimer les coûts et les émissions de CO₂. Ensuite, il est utilisé lors de l'échange d'informations entre le modèle Advance Design et le module RC Footing.

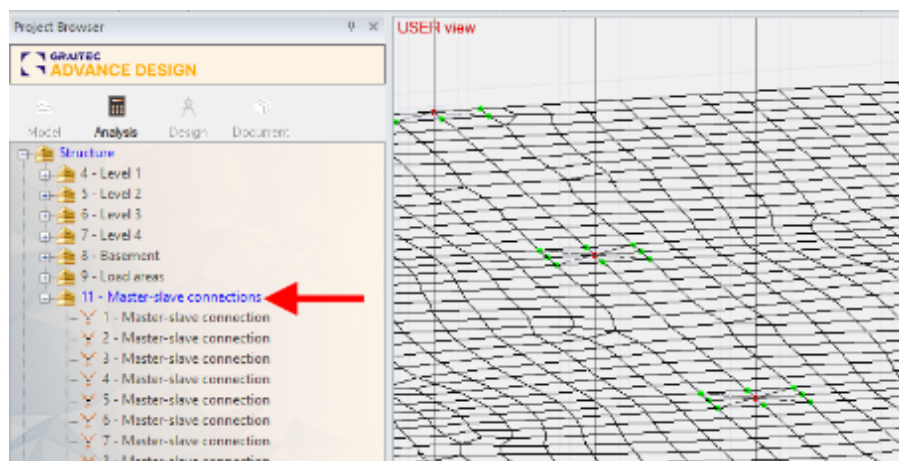
7.7. Système dédié aux liaisons maître-esclave

Meilleure organisation des systèmes grâce au regroupement automatique des liaisons maître-esclave.

L'une des possibilités existantes du logiciel est de générer automatiquement des liaisons maître-esclave dans une dalle, afin d'éviter l'effet de concentration ponctuelle des efforts sur un poteau ou un appui.



Ces liaisons sont générées automatiquement lors de la préparation du modèle de calcul et, à partir de cette version, sont également placées automatiquement dans un système spécifique dans le pilote. Cela permet d'améliorer la structure et la clarté du projet.

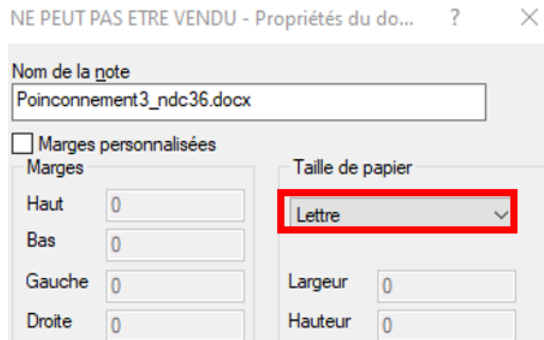


7.8. Amélioration des paramètres par défaut du programme pour l'Amérique du Nord

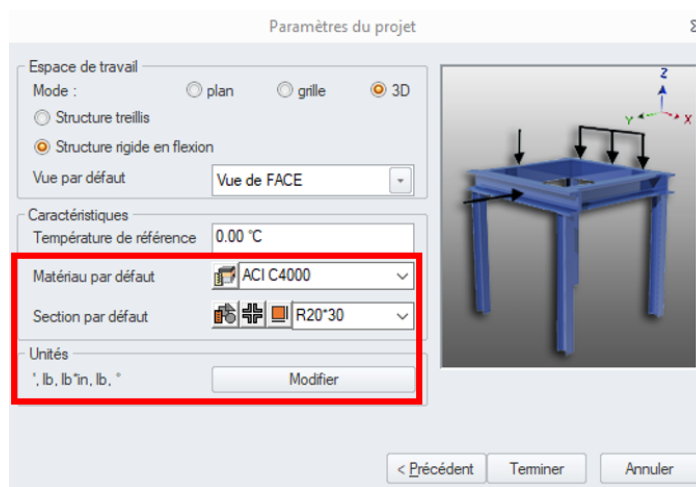
Meilleure personnalisation de certains paramètres par défaut du programme lors de la sélection de la localisation pour les États-Unis ou le Canada.

Pour faciliter la tâche des utilisateurs qui ont choisi les États-Unis ou le Canada comme localisation dans la configuration du logiciel, quelques changements mineurs ont été apportés aux paramètres par défaut.

La première modification concerne les paramètres d'impression. Désormais, le format de papier par défaut pour l'impression aux États-Unis et au Canada est le format Lettre au lieu du format A4.



Par ailleurs, les paramètres de modélisation par défaut ont été modifiés. Pour les deux pays, le matériau par défaut a été modifié, et pour les États-Unis, la section et les unités par défaut du projet l'ont été également.



7.9. Amélioration du temps de création des combinaisons

Génération plus rapide de combinaisons de charges.

L'algorithme de génération des combinaisons de charges à l'aide de la matrice de concomitance a été amélioré de manière à réduire le temps de génération des combinaisons pour les projets de grande envergure.

NE PEUT PAS ETRE VENDU - Concomitances des cas des charges

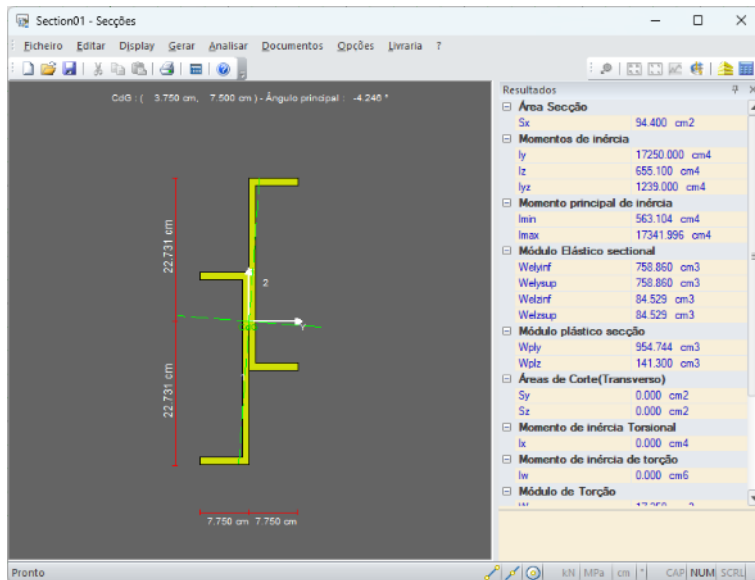
	1G	2N Base	2N Accom...	3V Base	3V Accom...	4V Base	4V Accom...	5V Base
1G 1-G	2	1	1	1	1	1	1	1
2N 2 - NN	2	0	1	1	1	1	1	1
3V 3 - VX+D	2	1	1	0	0	0	0	0
4V 4 - VX...	2	1	1	0	0	0	0	0
5V 5 - VX...	2	1	1	0	0	0	0	0
6V 6 - VX-S	2	1	1	0	0	0	0	0
7V 7 - VX...	2	1	1	0	0	0	0	0
8V 8 - VX...	2	1	1	0	0	0	0	0
9V 9 - VY+D	2	1	1	0	0	0	0	0

0 Le cas de charges i ne sera jamais combiné avec le cas de charges j
 1 Le cas de charges i peut être combiné avec le cas de charges j
 2 Le cas de charges i est forcément combiné avec le cas de charges j

7.10. Amélioration de la localisation pour l'Espagne et le Portugal

Des traductions complètes de l'interface dans tous les modules sont disponibles pour l'Espagne et le Portugal.

Les traductions pour les langues espagnole et portugaise ont été améliorées et complétées dans les modules manquants (comme l'éditeur de sections).



Éditeur de section

8. Advance Design Modules - Améliorations communes

Nouvelles fonctionnalités et améliorations communes aux modules.

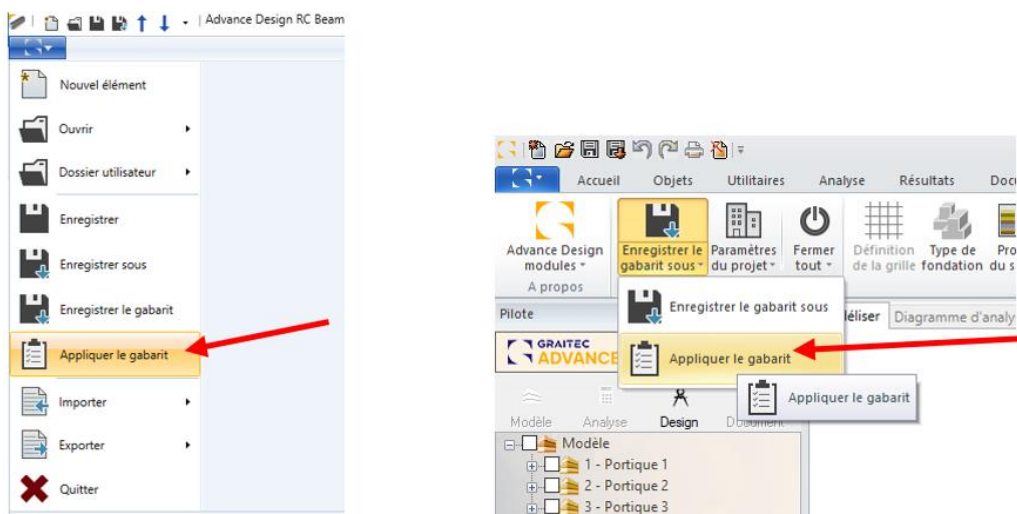
8.1. Permettre l'application de gabarits alors que le module est déjà ouvert

Possibilité de mettre à jour les paramètres d'un gabarit pour un projet actuellement ouvert.

L'un des moyens d'accélérer et de rationaliser votre travail lors de la conception de l'élément suivant consiste à utiliser des gabarits de projet avec des paramètres prédéfinis. Les gabarits de projet peuvent être sélectionnés lors de la création d'un nouveau projet pour un élément (pour les versions autonomes des modules) ou avant l'exportation/l'ouverture d'un élément dans un module dans l'environnement Advance Design.

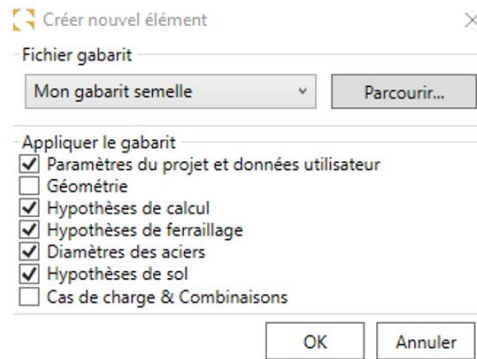
Depuis la dernière version, il est possible d'appliquer un gabarit de projet à un élément déjà ouvert. En d'autres termes, à tout moment pendant la conception, par exemple après avoir ouvert ou importé un élément à partir d'Advance Design, nous pouvons utiliser la nouvelle commande pour appliquer un gabarit.

Lorsque vous travaillez dans la version autonome des modules, la commande "Appliquer le gabarit" est disponible dans le menu. Lorsque vous travaillez dans l'environnement Advance Design, la nouvelle commande est disponible dans le ruban.



Emplacement de la nouvelle commande dans la version autonome (à gauche) et dans le ruban dans Advance Design (à droite)

De même, lors du démarrage d'un nouveau projet avec un gabarit, lors de l'affectation d'un gabarit à un projet ouvert, nous pouvons également sélectionner les éléments que nous voulons écraser à partir du gabarit.



Sélection des éléments à appliquer depuis le gabarit (RC Footing)

Cette fonctionnalité est disponible pour les modules RC Beam, RC Column, RC Wall, RC Footing, RC Slab, et Masonry Wall.

8.2. Affichage du ratio d'acier dans le panneau d'informations

Ratio d'aciers accessible rapidement

L'un des résultats essentiels de la qualité du ferrailage des éléments en béton est la quantité d'acier utilisée. Jusqu'à présent, ce résultat n'était présenté que dans la note et dans les plans. Avec la dernière version du logiciel, cette valeur est visible immédiatement après le calcul et également dans le panneau d'information, ce qui permet de la consulter rapidement.

Dans tous les modules RC (Beam, Column, Foundation, Wall, and Slab), la valeur globale du ratio d'aciers pour l'ensemble de l'élément est visible au bas du panneau d'information.

Type de vérification	Combinaison	Valeur	Limite	Taux de travail
Contrainte de sol	110: 1x[2 G]+1x[3 Q]	109.72 kN	116.87 kN	93.88%
Tassement	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	4.69 cm	5.00 cm	93.89%
Poinçonnement	108: 1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]	0.26 MPa	1.32 MPa	19.51%
Fissuration suivant x (bas)	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	0.262 mm	0.300 mm	87.33%
Fissuration suivant y (bas)	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	0.248 mm	0.300 mm	82.79%
Armatures	Réel	Théorique		Ratio
Inférieur suivant X	2.01 cm ²	1.29 cm ²		64.34%
Inférieur suivant Y	2.01 cm ²	1.36 cm ²		67.5%

Résultats du calcul Erreurs et avertissements Ratio d'acier = 32.99 kg/m³

De plus, pour les poutres à plusieurs travées, la valeur du ratio d'aciers est affichée dans l'en-tête pour chaque travée.

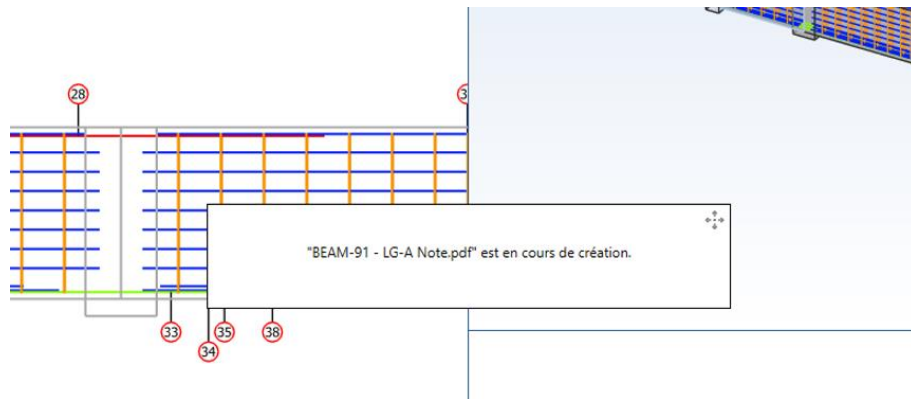
91.3LG (Ratio d'acier = 46.66 kg/m ³)									
Armatures	x	Effort de calcul	Effort résistant	Efforts Tx Tr.	Comb.	Section min.	Aciers théo.	Aciers réel	Aciers Tx Tr.
Longitudinal supérieur gauche	0.00 m	-13.14 kN·m	-292.83 kN·m	4.49%	336	4.37 cm ²	4.76 cm ²	6.16 cm ²	77.37%
Longitudinal supérieur droit	4.36 m	-11.79 kN·m	-292.82 kN·m	4.03%	123	4.37 cm ²	4.65 cm ²	6.16 cm ²	75.59%
Longitudinal inférieur	2.33 m	20.22 kN·m	231.08 kN·m	8.75%	334	4.37 cm ²	4.81 cm ²	4.87 cm ²	98.77%
Transversal gauche	0.00 m	16.53 kN	168.49 kN	9.81%	334	2.40 cm ² /m	3.10 cm ² /m	3.77 cm ² /m	82.35%
Transversal droit	4.36 m	-12.69 kN	168.49 kN	7.53%	334	2.40 cm ² /m	3.10 cm ² /m	3.77 cm ² /m	82.35%

8.3. Petites améliorations

Un ensemble d'améliorations mineures concernant de nombreux modules.

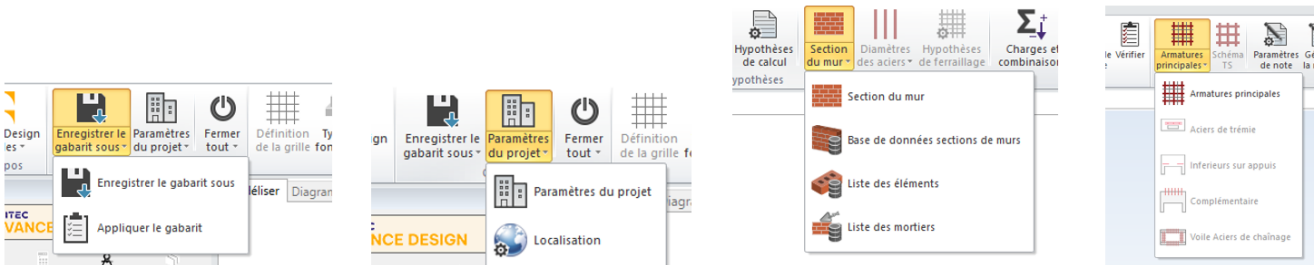
- **Meilleure présentation de la génération des notes**

Afin de ne pas manquer l'information sur la génération du rapport, la petite fenêtre indiquant la génération du rapport est désormais toujours visible. En outre, elle peut être maintenant facilement déplacée.



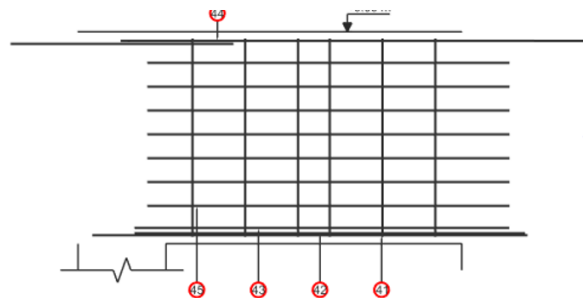
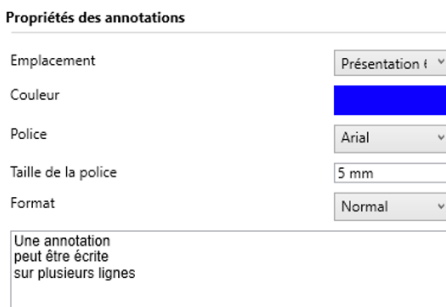
- **Regroupement des icônes dans un ruban dédié dans Advance Design**

Sur l'onglet Module de calcul dans l'environnement Advance Design, certaines commandes ont été regroupées pour faciliter la recherche des commandes correspondantes, en particulier lorsque le ruban est trop petit pour les résolutions d'écran réduites.



- **Annotations multilignes sur les plans**

Lors de l'ajout d'annotations personnalisées sur les plans, il est désormais possible de saisir du texte sur plusieurs lignes (à l'aide de la touche Entrée).



Une annotation peut être écrite sur plusieurs lignes

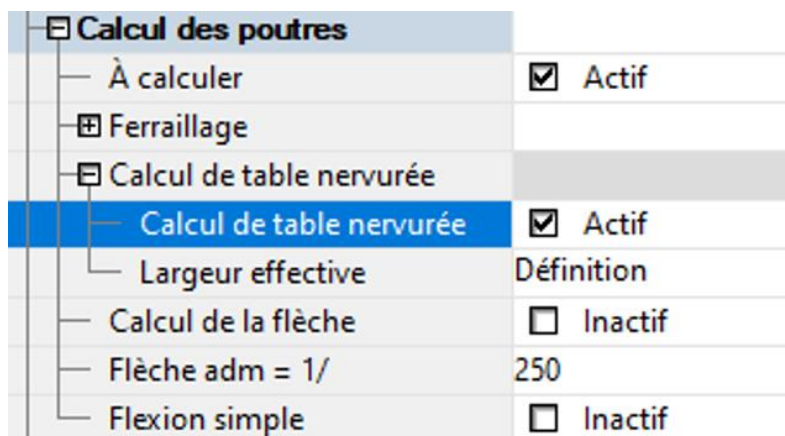
9. RC Beam

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

9.1. Import de la géométrie et des efforts à partir d'un calcul en table nervurée

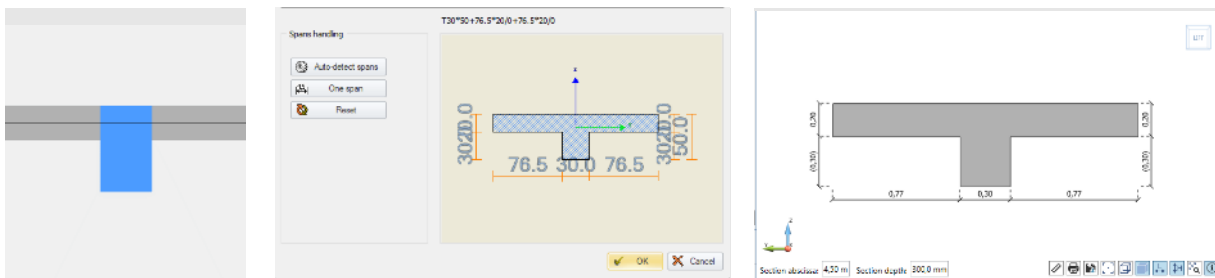
Prise en compte de la section efficace et des efforts internes de calcul lors de l'importation de poutres avec l'option table nervurée active.

L'une des options disponibles pour les poutres en béton armé s'appuyant sur une dalle en béton est la possibilité de les considérer comme des nervures. L'activation de cette option a pour effet que lors de l'analyse du calcul d'un élément en béton armé, l'interaction de la poutre avec la dalle est prise en compte, et les efforts de calcul ne sont pas seulement les efforts se produisant dans la partie rectangulaire de la poutre, mais sont l'enveloppe des combinaisons des efforts internes MEF (méthode des éléments finis) se produisant sur l'ensemble de la section monolithique en T ou en L.



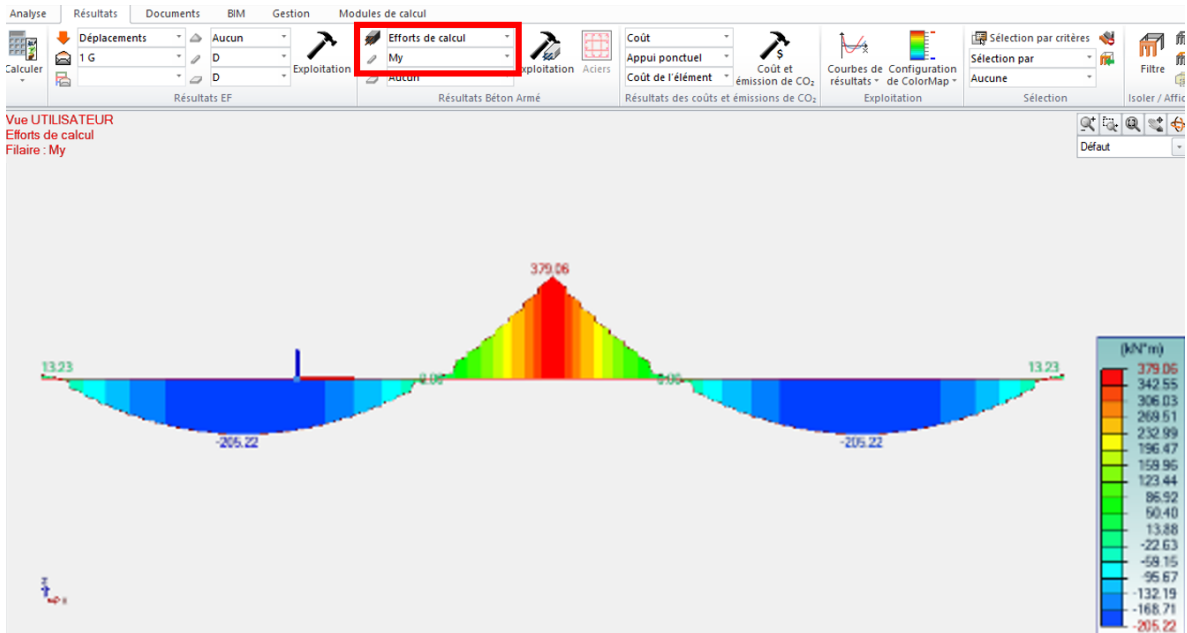
Option de calcul en table nervurée pour les poutres en béton armé sur Advance Design

Avec Advance Design 2024, lorsqu'une poutre nervurée est exportée d'Advance Design vers le module RC Beam, au lieu d'une section de poutre rectangulaire, c'est la section monolithique équivalente en T ou en L qui est importée.

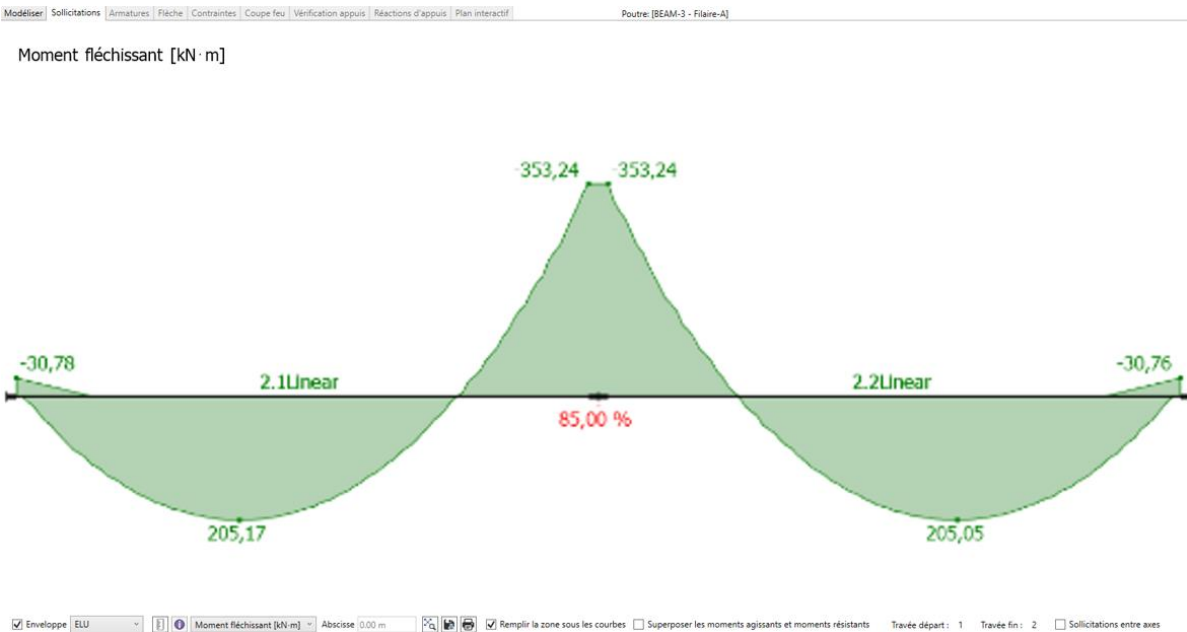


Section rectangulaire initiale (à gauche), section efficace sur Advance Design (au milieu), et section importée (à droite)

En outre, au lieu des efforts internes EF d'une poutre rectangulaire, les efforts internes équivalents de calcul sont importés.



Moment de flexion de calcul pour l'ensemble de la poutre nervurée monolithique dans Advance Design



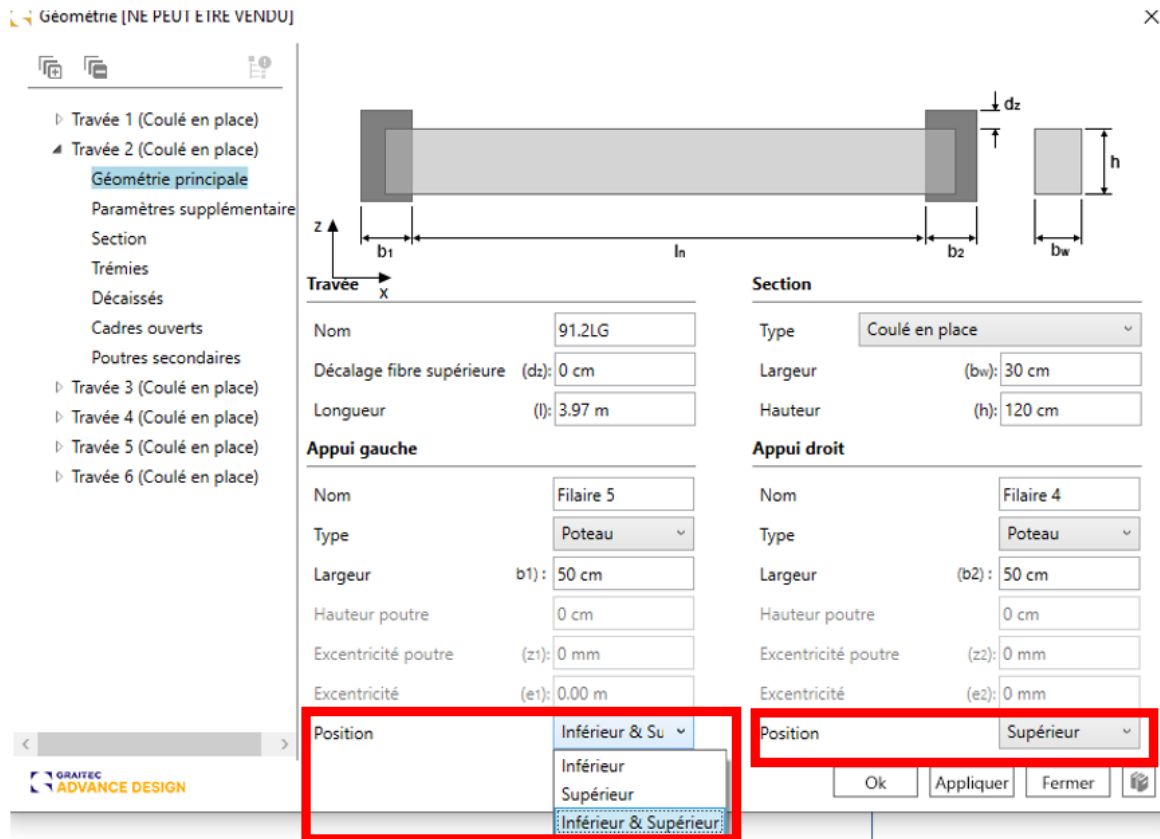
Moment de flexion de calcul pour l'ensemble de la poutre nervurée importée dans RC Beam

9.2. Possibilité de définir la position des appuis (poteau/voiles)

Meilleure qualité des plans grâce à l'affichage de la position réelle de l'appui.

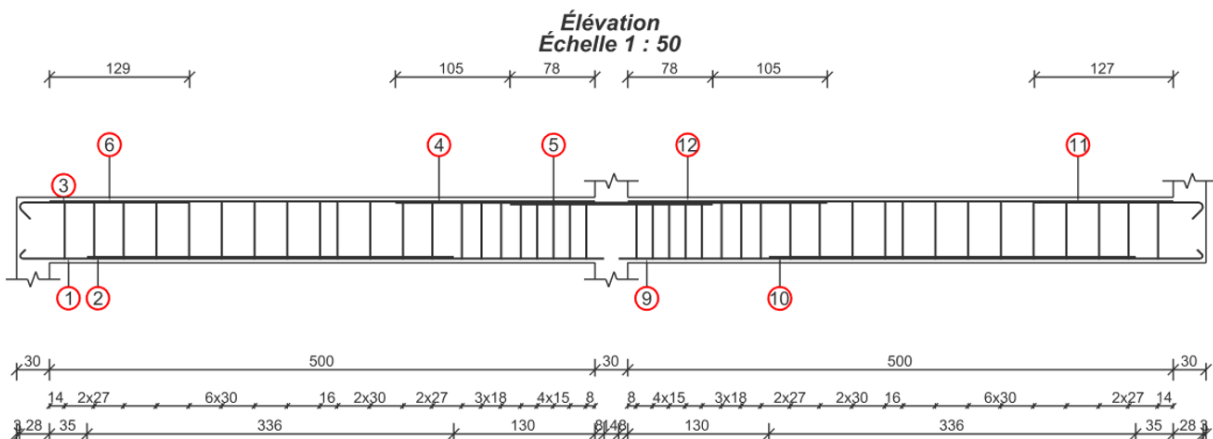
Les appuis (poteaux et voiles) sont désormais différenciés selon leur manière de s'appuyer sur la poutre : par le bas, par le haut ou par les deux faces.

Pour cela, une option supplémentaire est disponible dans l'onglet 'Géométrie', où l'on peut définir la position indépendamment pour chaque appui. Ces données sont désormais également importées du modèle Advance Design.



Nouvelles options pour la position des appuis dans la boîte de dialogue Géométrie

L'objectif principal de cette nouvelle possibilité est d'obtenir des plans corrects, où l'on peut voir la position de l'appui (voile ou poteau).

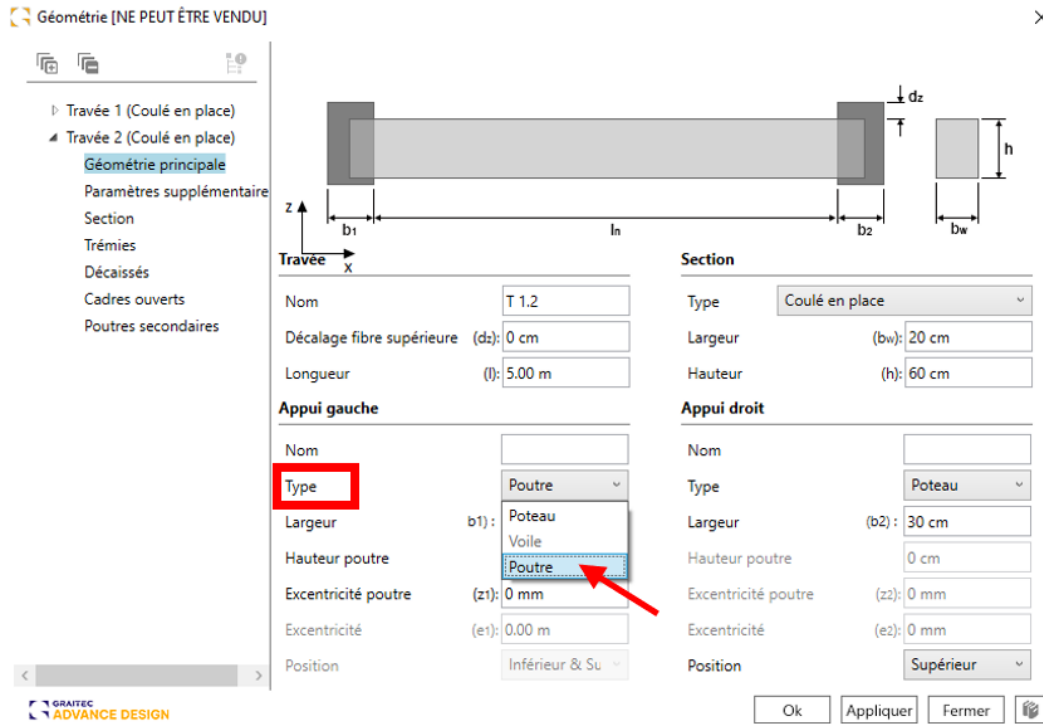


Exemple de plan avec élévation d'une poutre à deux travées avec différentes configurations d'appui

9.3. Nouveau type de d'appui "Poutre"

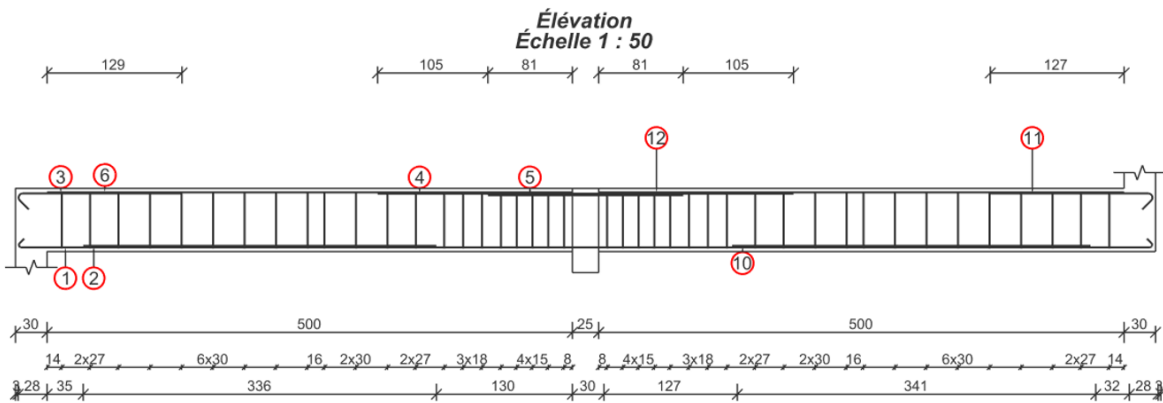
Possibilité de générer des plans corrects lorsque l'appui est une autre poutre.

Avec la dernière version du module RC Beam, il est possible de définir comme appui une autre poutre (poutre perpendiculaire qui agit comme un appui). Pour cela, dans la boîte de dialogue 'Géométrie', la liste des types d'appui s'enrichit d'une nouvelle entrée - *Poutre*. Ces données peuvent être éditées manuellement, mais aussi, lors de l'importation de données depuis Advance Design, les poutres portant un élément (poutres de hauteur supérieure) sont reconnues comme des appuis de type poutre.



Nouvelle entrée dans la liste des types d'appui

Cela permet de générer correctement des plans lorsque l'appui est une autre poutre.



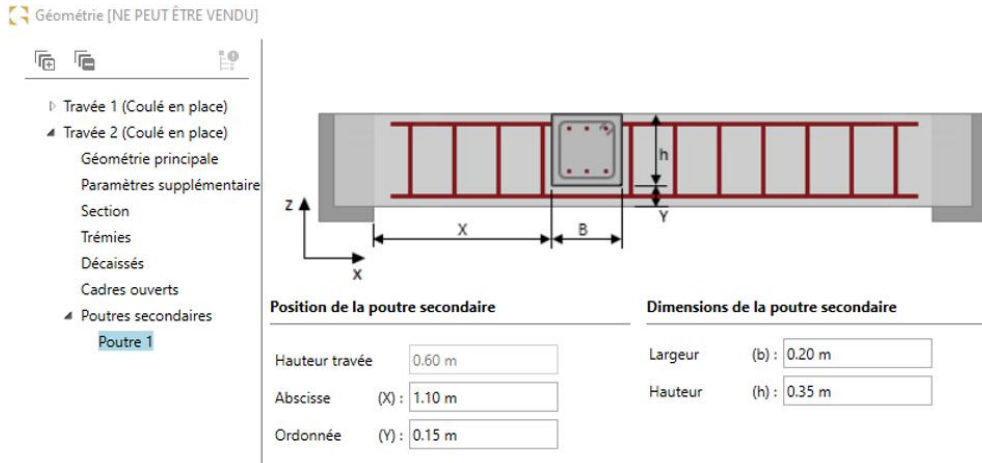
Plan d'une élévation de poutre avec l'appui central modélisé comme une poutre perpendiculaire

9.4. Possibilité de définir des poutres secondaires

Possibilité de générer de meilleurs plans en considérant la position des poutres secondaires arrivant de façon perpendiculaire.

Dans la dernière version du module, des poutres secondaires perpendiculaires peuvent être définies. Ces poutres ont une hauteur inférieure à celle de la poutre analysée et ne sont pas traitées comme un appui.

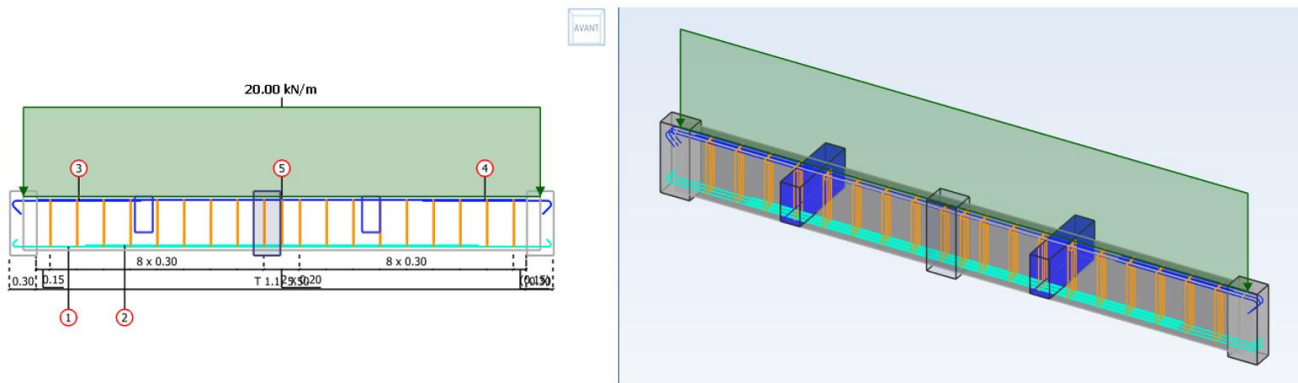
Les poutres secondaires sont ajoutées à l'aide d'un nouvel onglet dans la fenêtre Géométrie.



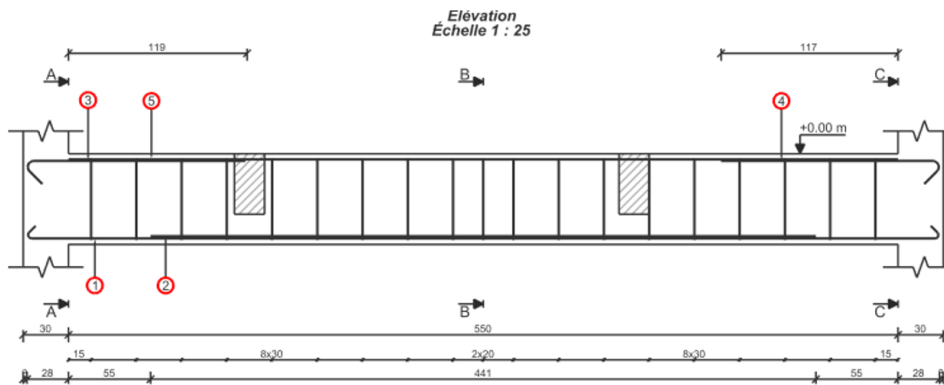
Nouvel onglet pour la définition des poutres secondaires

NOTE: Lors de l'importation des données du modèle Advance Design, les poutres secondaires sont automatiquement détectées et ajoutées à la liste des poutres secondaires.

Les poutres secondaires sont visibles sur les vues et les plans de ferrailage.



Poutres secondaires sur les vues

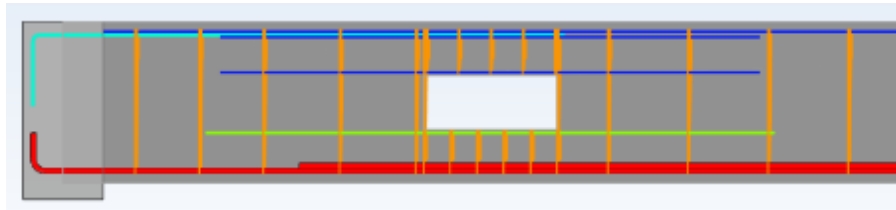


Poutres secondaires sur un plan

9.5. Nouveau chapitre dans la note sur le ferrailage des trémies

Vérification facilitée du ferrailage pour les trémies.

Dans la note détaillée pour les poutres, s'il y a des trémies dans la poutre, il y a maintenant un nouveau chapitre sur le ferrailage des trémies.



Vue de la poutre avec ferrailage de trémie

15 Ferrailage des ouvertures (section nécessaire)

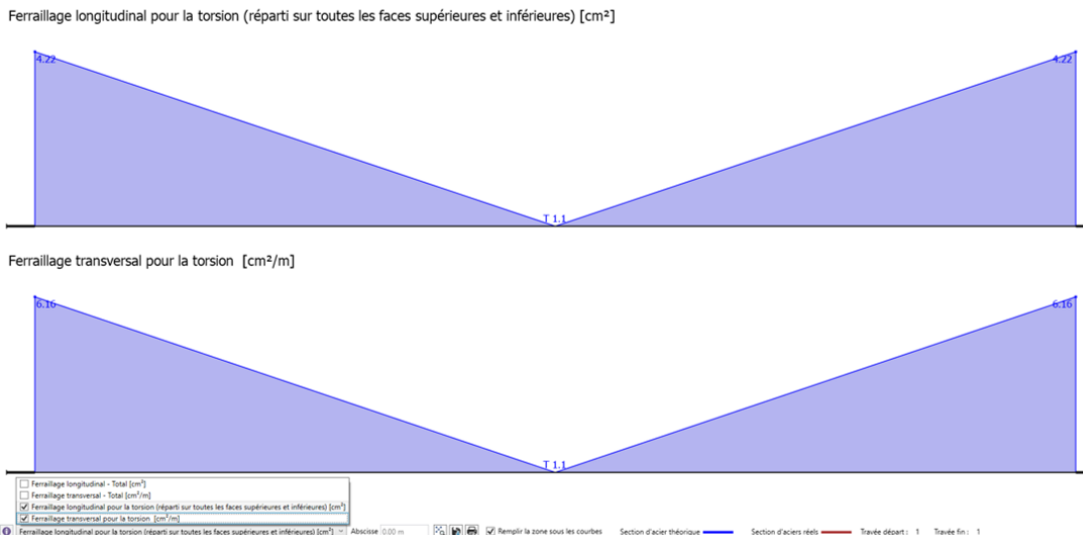
Ferrailage des trémies								
Travée	Trémie	Renfort de trémie	A_t	T_u	A_{top}	A_{bot}	$A_{t,L}$	$A_{t,R}$
			(cm ² /m)	(MPa)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)
1	1	Haut	1.60	0.82	0.00	0.44	0.36	1.13
		Bas	1.73	0.35	0.82	0.00		

Nouveau tableau dans la note pour le ferrailage des trémies

9.6. Nouveaux schémas de ferrailage pour la torsion

Vérification plus facile du ferrailage pour la torsion.

Dans les diagrammes contenant des informations sur la section théorique du ferrailage, nous pouvons désormais afficher deux nouveaux diagrammes - pour le ferrailage longitudinal dû à la torsion (réparti sur les faces supérieure et inférieure de la poutre ou réparti sur toutes les faces de la poutre) et pour le ferrailage transversal dû à la torsion.

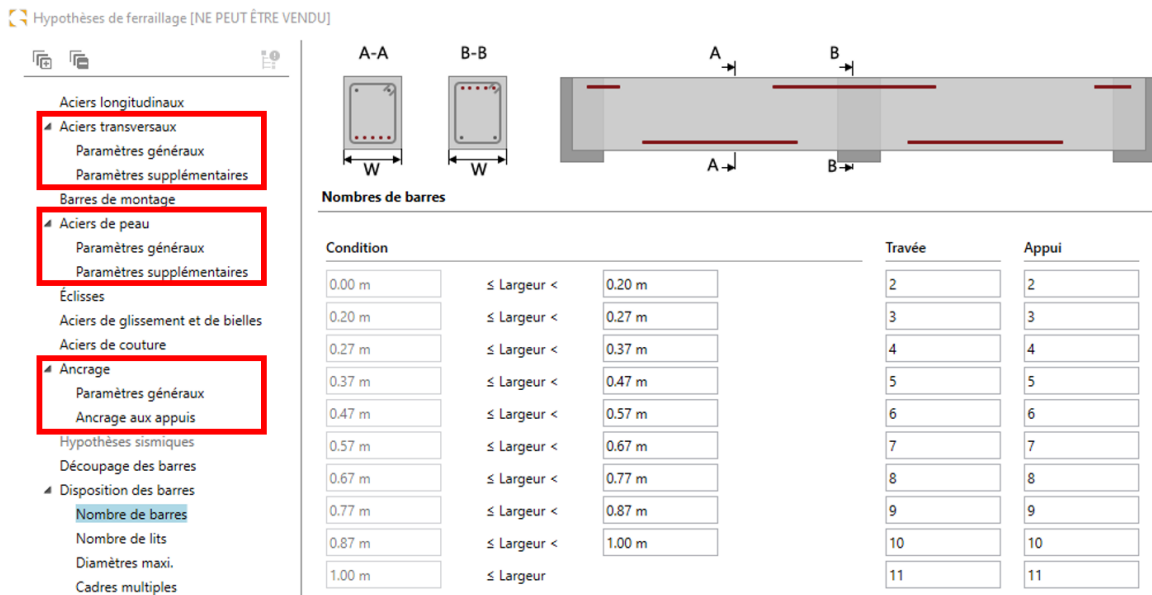


9.7. Petites améliorations

Améliorations apportées à la boîte de dialogue Hypothèses de ferrailage

Afin d'améliorer l'expérience de l'utilisateur, deux types de changements ont été appliqués à la boîte de dialogue : la division de certains onglets et l'ajout d'images accompagnées d'explications.

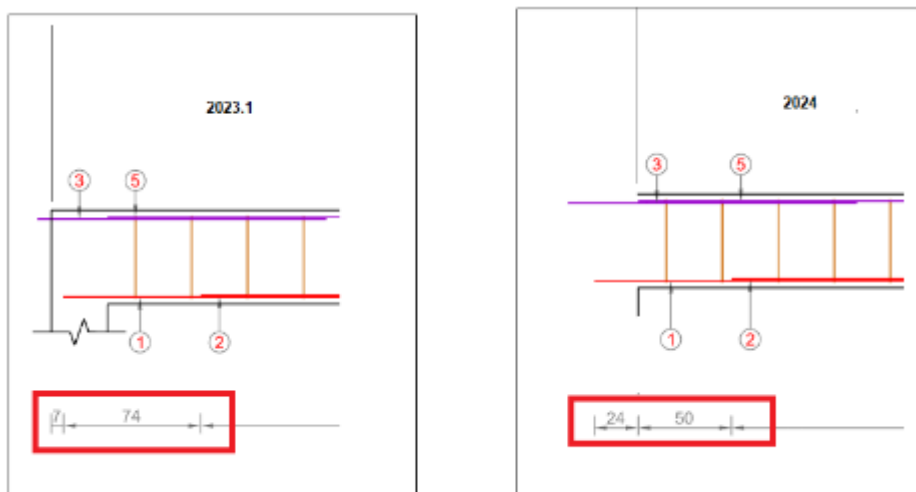
La division des onglets vise à mieux regrouper les options pour les trouver plus rapidement et à réduire la nécessité de faire défiler le contenu de la fenêtre. Ces changements concernent trois onglets : Aciers transversaux, Aciers de peau et Ancrage. De nouvelles images explicatives sont présentes dans la partie supérieure de certains onglets ainsi que dans certaines listes de sélection.



Boîte de dialogue Hypothèse de ferrailage avec onglets divisés (à gauche) et une nouvelle image (en haut)

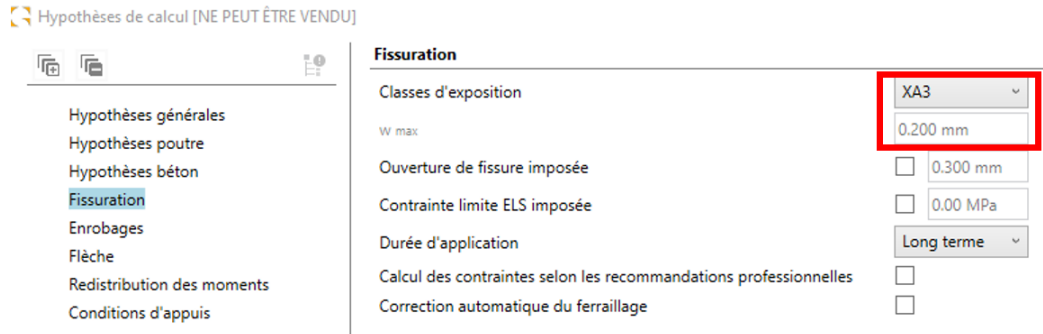
Plan - amélioration des lignes de cote pour le ferrailage

La cotation des aciers inférieurs de la poutre est désormais référencée à partir du bord intérieur de l'appui, ce qui facilite le positionnement précis des aciers lorsque la poutre est appuyée sur des voiles.



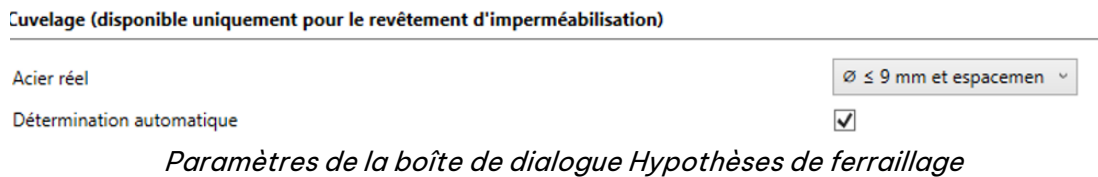
Modification de la valeur par défaut de W_{max} pour la France

Lorsque l'annexe nationale française de l'Eurocode 2 est sélectionnée, la valeur maximale de la fissure (W_{max}) pour la classe XA3 est maintenant fixée à 0,2 mm. Cette modification a été effectuée conformément aux recommandations du document FD P 18-717 (publié en août 2021).



Ajustement de la saisie des données d'étanchéité pour la France

Afin d'améliorer le confort et la clarté des données, plusieurs modifications mineures ont été apportées à la saisie des données d'étanchéité (disponibles dans l'onglet *Barres longitudinales* de la boîte de dialogue **Hypothèses de ferrailage** et dans un nouvel onglet *Paramètres supplémentaires* de la boîte de dialogue **Géométrie**).



Coefficient supplémentaire pour la modification du ferrailage longitudinal

Un nouveau coefficient a été ajouté aux paramètres de ferrailage longitudinal des poutres afin de modifier facilement la section théorique requise. Le coefficient d'amplification est appliqué uniquement à la section théorique de ferrailage résultant des charges dans le plan vertical (pas pour la torsion). Il s'applique au ferrailage théorique inférieur et supérieur.

Hypothèses de ferrailage [NE PEUT ÊTRE VENDU]

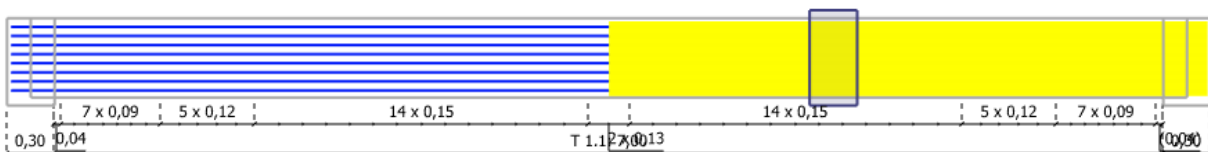
Possibilité de choisir le mode de répartition du ferrailage pour la torsion.

Une nouvelle option a été ajoutée à la fenêtre Hypothèse de ferrailage pour décider si la section théorique due à la torsion doit être répartie sur toute la longueur de la poutre ou si deux paquets différents (ayant des diamètres différents / des nombres différents de barres) doivent être générés sur chaque moitié de la poutre. Cela peut s'avérer utile lorsque la section théorique de torsion sur une moitié est très différente (beaucoup plus petite ou plus grande) que sur l'autre moitié. Notez que les barres de torsion seront générées avec deux paquets uniquement lorsqu'elles sont nécessaires sur les côtés de la poutre en raison de la torsion. Notez également que si des aciers de peau sont nécessaires, des barres complètes seront mises en place.

La nouvelle option est disponible pour les normes Eurocode et NTC.

Hypothèses de ferrailage [NE PEUT ÊTRE VENDU]

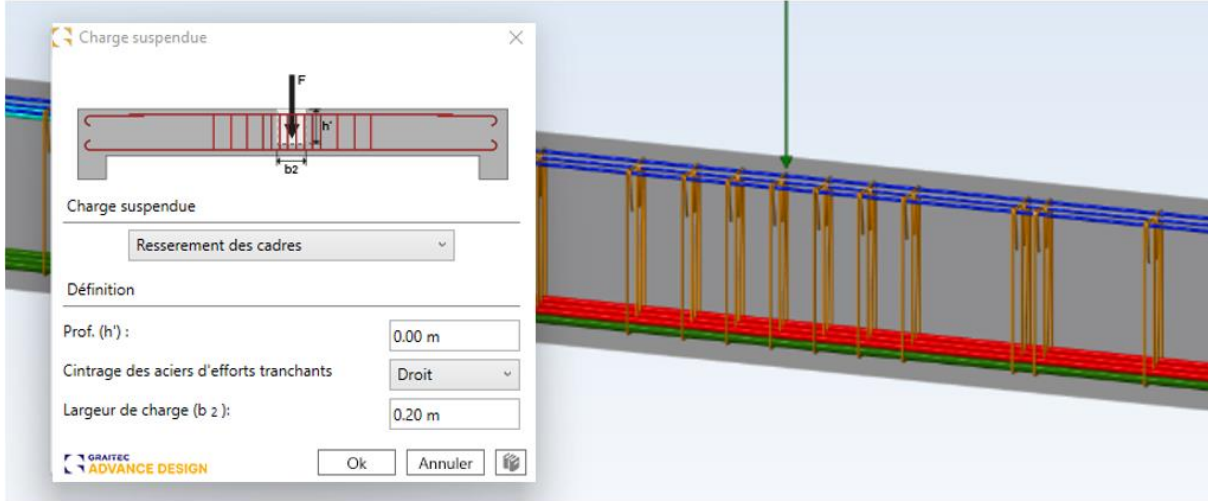
Nouvelle option pour la séparation des aciers de torsion



Aciers de torsion dans deux groupes

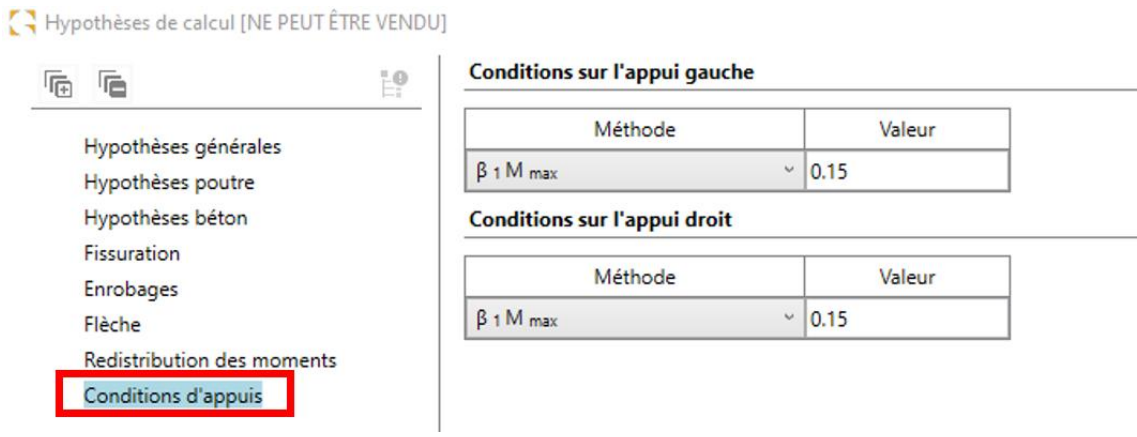
Amélioration de la définition des charges suspendues avec répartition des cadres

Lorsqu'une charge ponctuelle est définie comme suspendue, mais que la valeur Profondeur (h') n'est pas saisie, la charge est néanmoins appliquée comme suspendue si l'option Resserrement des cadres est sélectionnée, en supposant qu'elle se trouve au-dessus de la fibre centrale (et qu'il n'est donc pas nécessaire de remonter la charge).



Conditions d'appui dans le dialogue Hypothèses de calcul

Un nouvel onglet Conditions d'appui a été ajouté à la boîte de dialogue Hypothèses de calcul. Il contient les options utilisées pour définir les conditions d'appui à gauche et à droite, qui étaient disponibles sur le ruban de la version autonome du module. Cela permet de modifier ces données lorsque l'on travaille dans l'environnement Advance Design.



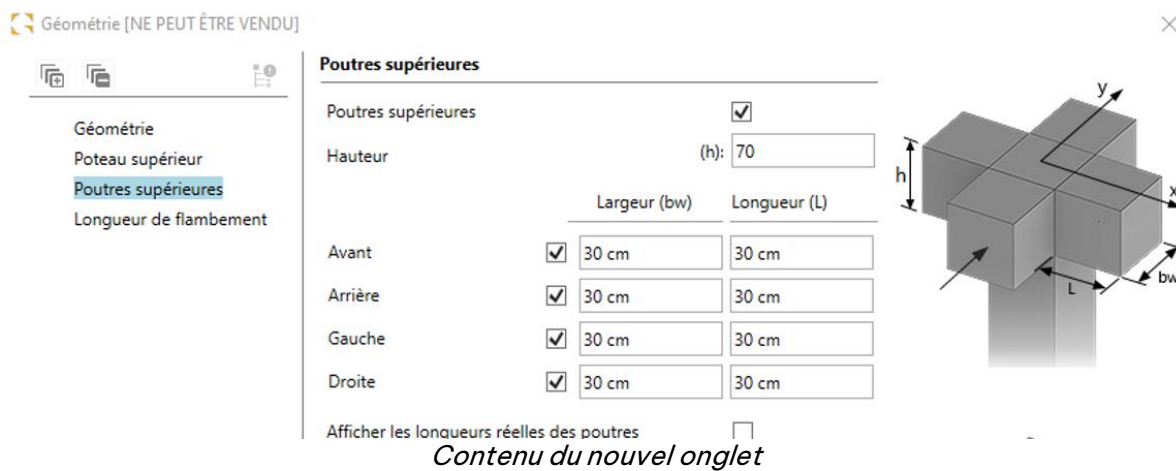
10. RC Column

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

10.1. Géométrie différente des poutres supérieures

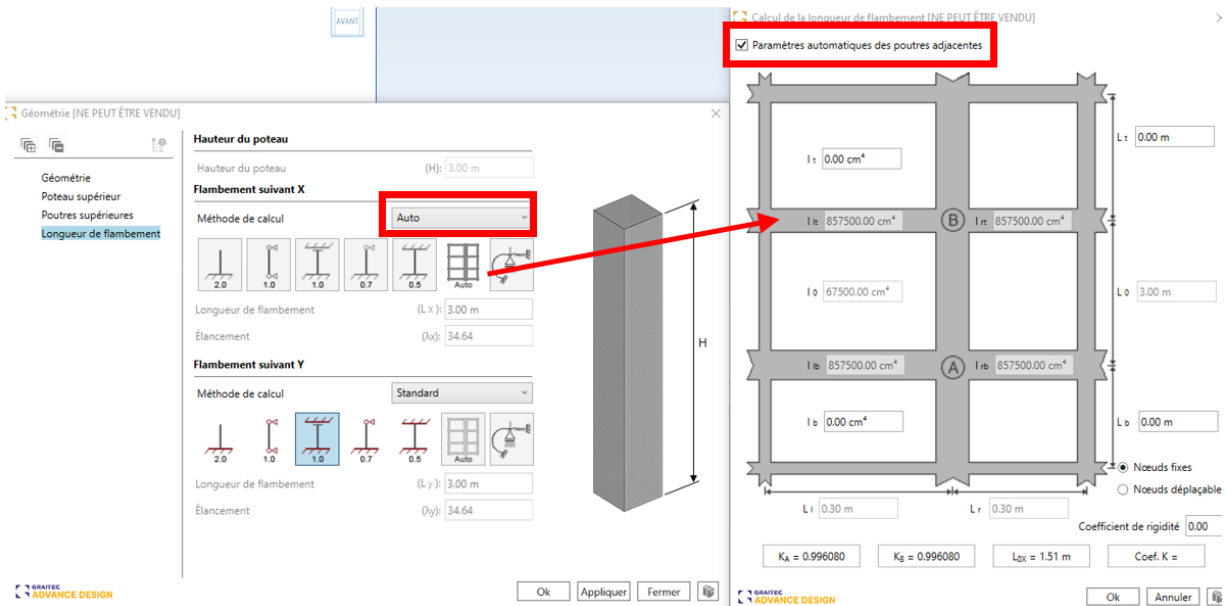
Possibilité de spécifier individuellement la longueur et la largeur des poutres supérieures et d'utiliser ces données pour la détermination automatique des longueurs de flambement.

Dans la fenêtre de définition de la géométrie des poteaux, la portée des définitions des poutres supérieures a été améliorée. Pour cela, un nouvel onglet dédié à ces paramètres a été ajouté. Désormais, en plus de la possibilité de définir la hauteur et de sélectionner le nombre de poutres, la possibilité de définir individuellement leur largeur et leur longueur a été ajoutée.



Il est important de noter que ces informations sont désormais également importées du modèle Advance Design avec le reste des informations relatives au poteau.

Les données sur la géométrie des poutres du nouvel onglet sont désormais automatiquement transférées dans la fenêtre de détermination automatique des longueurs de flambement des poteaux si la méthode de calcul sélectionnée est Auto. Dans ce cas, les inerties et les longueurs de poutre sont automatiquement renseignés en fonction des données géométriques. Pour pouvoir modifier les valeurs indépendamment des données géométriques, vous pouvez désactiver l'option de synchronisation automatique en haut de la fenêtre.

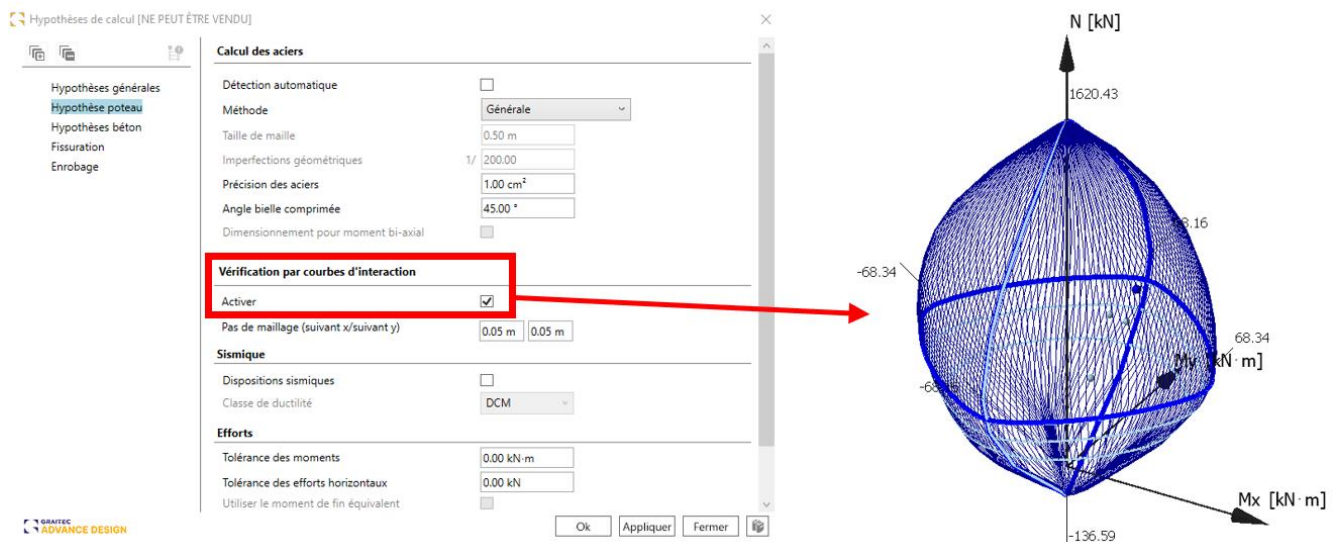


Traitement des données lors de la détermination automatique de la longueur de flambement

10.2. Possibilité de désactiver les vérifications par courbes d'interaction

Possibilité de mieux personnaliser la vérification.

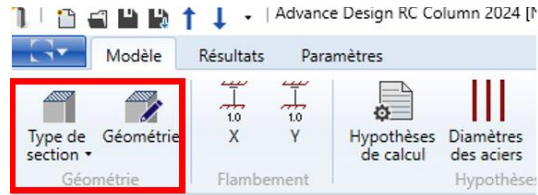
Dans l'onglet Hypothèses poteau de la fenêtre Hypothèses de calcul, une nouvelle option permet de désactiver la vérification de la résistance des poteaux à l'aide de courbes d'interaction.



10.3. Améliorations mineures apportées aux rubans

Séparation des icônes de définition de la géométrie et du type de section.

Pour accélérer la sélection des options de définition de la géométrie, deux icônes relatives à la géométrie sont désormais séparées dans le ruban de l'application autonome - la première pour sélectionner le type de section, et la seconde pour appeler la fenêtre de définition des autres paramètres de géométrie du poteau.



10.4. Améliorations mineures du panneau d'information

Informations plus rapides sur la prise en compte des effets de second ordre.

Le panneau d'information affiche désormais une brève information indiquant si les effets de second ordre ne sont pas inclus, s'ils sont inclus dans les deux plans ou dans un seul plan (XOZ, YOZ).

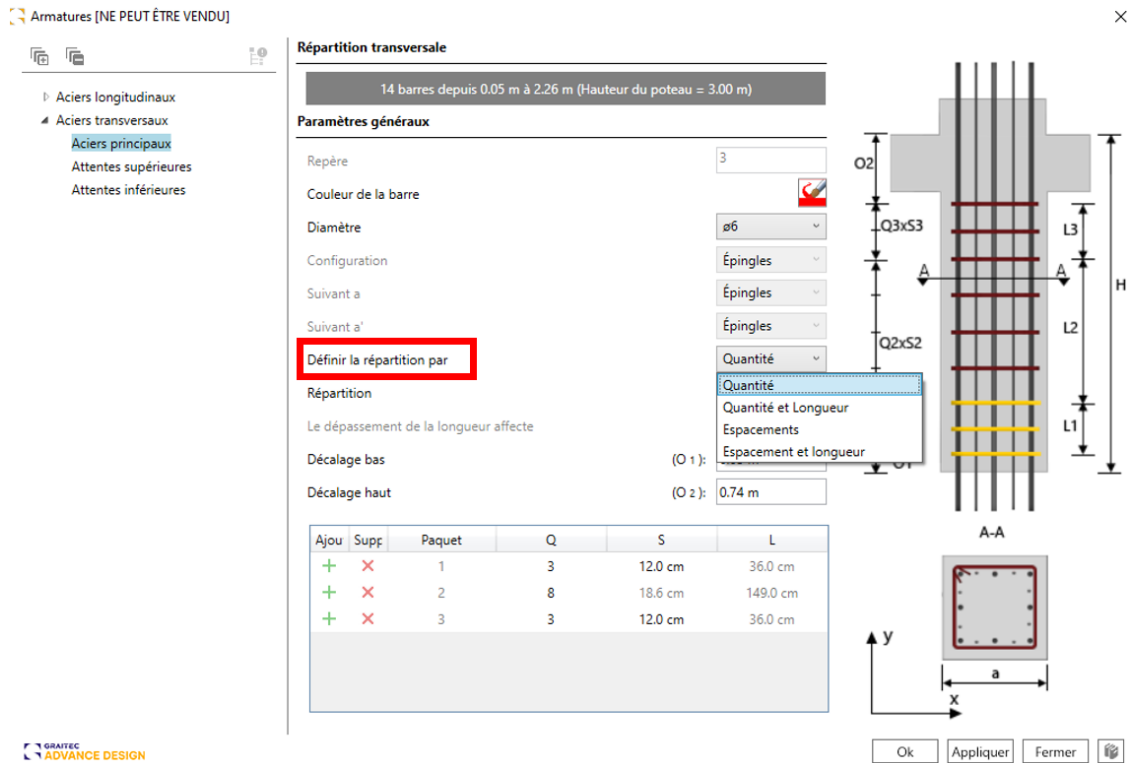
Effort de calcul	Combinaison		Valeur			
N max	104: 1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]		546.47 kN			
Vx max	102: 1.35x[2 G]		6.75 kN			
My	102: 1.35x[2 G]		20.25 kN·m			
Flambement	XOZ		YOZ			
Coefficient de flambement	1.00		1.00			
Longueur de flambement	3.00 m		3.00 m			
Élancement	34.64		34.64			
Les effets de second ordre sont pris en compte dans les deux plans						
Armatures	Réel	Théorique	Ratio	Combinaison	Amin	Amax
Longitudinal supérieur	3.14 cm ²	1.80 cm ²	57.3%	101: 1x[2 G]	1.80 cm ²	36.00 cm ²

10.5. Amélioration de la modification du ferrailage transversal

Définissez et modifiez rapidement et précisément la distribution des aciers transversaux dans le tableau grâce aux nouvelles méthodes de définition.

Dans la dernière version du module Colonne RC, la possibilité de spécifier la méthode de définition de la distribution a été ajoutée, ce qui améliore considérablement les possibilités d'édition et de définition personnalisée.

À cette fin, dans la fenêtre de modification du ferrailage, dans l'onglet Aciers transversaux, une liste déroulante "Définir la distribution par" a été ajoutée. Elle contient quatre définitions : Quantité, quantité et longueur, espacement, espacement et longueur.



La sélection d'un élément donné modifie l'accessibilité à l'édition des champs du tableau de ferrailage suivant et permet de définir confortablement la répartition en fonction des besoins actuels. Le mode de fonctionnement est le suivant :

- Dans un premier temps, sélectionner la méthode de positionnement des aciers en utilisant la nouvelle liste (par exemple, par quantité).
- Ensuite, sélectionnez le type de répartition / le mode de regroupement (par exemple, répartition en 3 zones).
- Puis - définissez les décalages et ceux qui seront affectés par le dépassement de la longueur.
- Et finalement - définissez les valeurs du tableau / modifiez les paquets.

Bien que cette procédure puisse sembler compliquée, il s'agit en pratique d'une méthode assez facile et efficace qui détermine automatiquement tous les autres paramètres lors de l'édition des valeurs choisies.

Il convient également de mentionner une autre amélioration de cette fenêtre : le paramètre de la catégorie de distribution (3 zones, 2 zones, ...) est désormais automatiquement renseigné sur la base du résultat du calcul de la distribution des aciers.

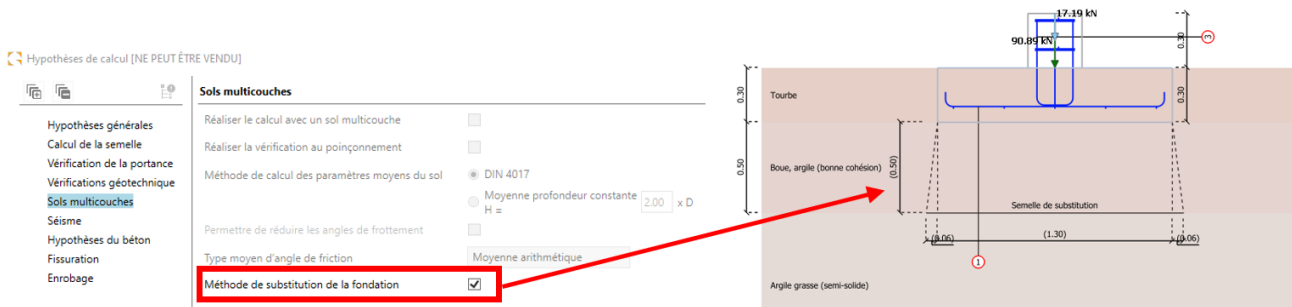
11. RC Footing

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

11.1. Représentation de la semelle de substitution

Représentation visuelle de la semelle de substitution.

Lorsque qu'un sol multicouche a été défini et que la vérification de la capacité portante est activée à l'aide de la méthode des semelles de substitution, l'emplacement et les dimensions de ces semelles de substitution sont désormais présentés automatiquement dans les vues en élévation 2D après les calculs.



11.2. Informations complémentaires sur les fissures

Meilleur contrôle des calculs grâce à des informations supplémentaires sur la fissuration du béton.

L'analyse des fissures est l'une des vérifications disponibles selon l'Eurocode pour les fondations. Si la largeur de la fissure dépasse la valeur limite, un message d'avertissement approprié apparaît.

Avec la dernière version, les informations les plus importantes sur la vérification des fissures sont également présentées dans le panneau d'information.

Type de vérification	Combinaison	Valeur	Limite	Taux de travail
Contrainte de sol	110: 1x[2 G]+1x[3 Q]	141.85 kN	370.81 kN	38.25%
Tassement	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	1.59 cm	5.00 cm	31.87%
Poinçonnement	108: 1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]	0.16 MPa	0.80 MPa	20.54%
Fissuration suivant x (bas)	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	0.249 mm	0.300 mm	83.13%
Fissuration suivant y (bas)	114: 1x[2 G]+0.3x[3 Q]	0.260 mm	0.300 mm	86.61%
Armatures	Réel	Théorique	Ratio	
Inférieur suivant X	3.52 cm ²	3.05 cm ²	86.81%	
Inférieur suivant Y	3.52 cm ²	3.04 cm ²	86.26%	

Résultats du calcul Erreurs et avertissements Ratio d'acier = 20.17 kg/m³

Panneau d'information

Par ailleurs, la note ajoute un tableau détaillant le calcul de la fissuration de la semelle.

12 Vérification de l'ouverture de fissures

Vérification de l'ouverture des fissures							
Direction	Position	Combinaison	$S_{r,max}$	$\epsilon_{sm} - \epsilon_c$	W_k	W_{lim}	TX
			(mm)	(‰)	(mm)	(mm)	
Suivant X	Inférieur	114	547	0.46	0.249	0.300	83.13 %
Suivant Y	Inférieur	114	549	0.47	0.260	0.300	86.61 %

L'ouverture de fissure est calculée conformément au chapitre 1992-1-1 (7.3.4) de l'EN 1.

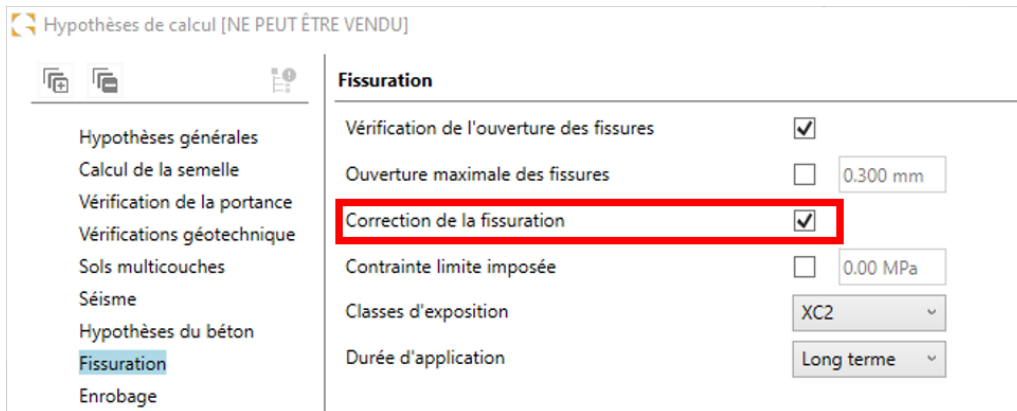
Nouveau chapitre de la note

11.3. Correction automatique du ferrailage

Limiter la fissuration en augmentant automatiquement le ferrailage.

Dans la dernière version du module, dans de tels cas, une modification automatique du ferrailage dans la fondation peut être effectuée afin que l'ouverture des fissures ne dépasse pas la valeur limite. Cette fonction est utile lorsqu'il est plus avantageux de conserver une épaisseur de semelle plus faible plutôt que de recourir à un ferrailage plus important.

Le choix de la correction automatique de la fissuration se fait dans la fenêtre Hypothèses de calcul, sous l'onglet Fissuration :



Nouvelle option pour corriger l'ouverture des fissures

Comme le montre l'exemple ci-dessous, l'activation de cette option réduit automatiquement la fissuration au prix d'un ferrailage plus important.

Type de vérification	Combinaison	Valeur	Limite	Taux de travail
Contrainte de sol	110: 1x(2 G)+1x(3 Q)	141.85 kN	370.81 kN	38.25%
Tassement	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	1.59 cm	5.00 cm	31.87%
Poinçonnement	108: 1.35x(2 G)+1.5x(3 Q)	0.16 MPa	0.80 MPa	20.54%
Fissuration suivant x (bas)	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	0.249 mm	0.300 mm	83.13%
Fissuration suivant y (bas)	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	0.260 mm	0.300 mm	86.61%
Armatures		Réel	Théorique	Ratio
Inférieur suivant X		3.52 cm ²	3.05 cm ²	86.81%
Inférieur suivant Y		3.52 cm ²	3.04 cm ²	86.26%

Ratio d'acier = 20.17 kg/m³

Type de vérification	Combinaison	Valeur	Limite	Taux de travail
Contrainte de sol	110: 1x(2 G)+1x(3 Q)	141.85 kN	370.81 kN	38.25%
Tassement	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	1.59 cm	5.00 cm	31.87%
Poinçonnement	108: 1.35x(2 G)+1.5x(3 Q)	0.16 MPa	0.80 MPa	20.54%
Fissuration suivant x (bas)	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	0.481 mm	0.300 mm	160.48%
Fissuration suivant y (bas)	114: 1x(2 G)+0.3x(3 Q)	0.462 mm	0.300 mm	154.11%
Armatures		Réel	Théorique	Ratio
Inférieur suivant X		2.51 cm ²	2.15 cm ²	85.72%
Inférieur suivant Y		2.51 cm ²	2.24 cm ²	88.94%

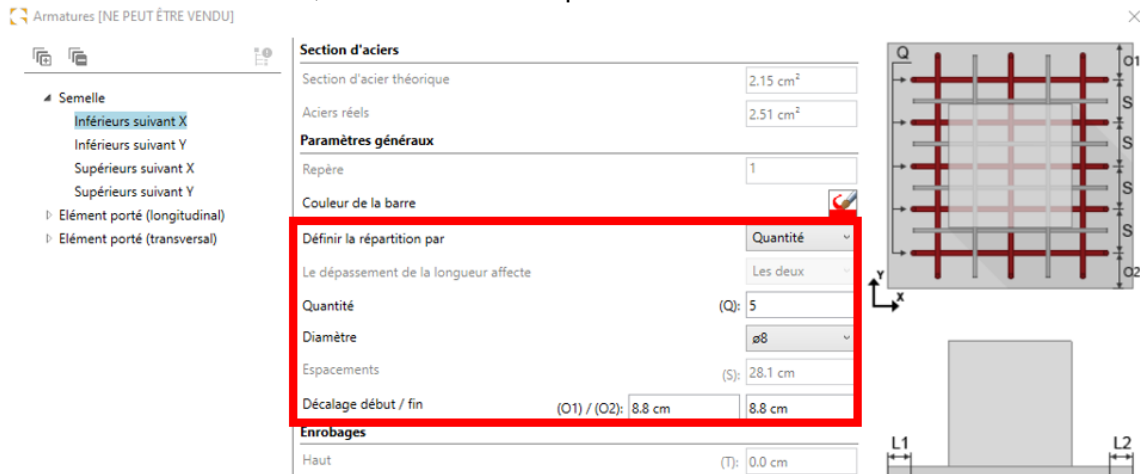
Ratio d'acier = 16.21 kg/m³

Correction de la fissuration activée (à gauche) et désactivée (à droite)

11.4. Amélioration de l'édition de la distribution des barres

Définition et modification plus aisées de la répartition des barres sur la semelle

Dans la dernière version du programme, la manière d'éditer la répartition des barres supérieures et inférieures dans la semelle a été modifiée. Les changements concernent l'onglet Semelle de la fenêtre de modification du ferrailage et sont liés à l'ajout d'une option permettant de sélectionner la définition de la méthode de répartition. Nous pouvons maintenant choisir de définir la répartition des barres soit en entrant le nombre de barres, soit en entrant l'espacement.



11.5. Informations dans la note sur la section d'acier finale

Informations supplémentaires dans la note pour mieux décrire la section d'acier finale mise en place

Dans la note de calcul, dans la section sur les résultats du ferrailage, de nouvelles informations sur section finale nécessaire sont affichées.

Il s'agit de la section d'armature théorique finale, sur la base de laquelle section mise en place sera calculée.

Cette section peut être plus grande que la section théorique initiale d'aciers déterminée à partir des formules, car elle prend en compte d'éventuels ajustements supplémentaires résultant de la nécessité de satisfaire à des conditions/vérifications supplémentaires.

Il peut s'agir d'une incrémentation itérative de la section de ferrailage pour respecter la limite de fissuration ou de contraintes dans les barres d'armature, mais aussi d'un recalcul du ferrailage théorique résultant d'une modification de l'enrobage du béton après l'application d'autres diamètres que ceux supposés à l'origine pour le ferrailage réel.

Ferrailage minimal	$A_{min} = 1.33 \% \cdot L_2 \cdot d = 1.33 \% \times 1500 \text{ mm} \times 221 \text{ mm}$	
	$A_{min} = 4.42 \text{ cm}^2$	
Aciers nécessaires	$A_{rqd} = 2.16 \text{ cm}^2$	
Section d'armatures finale requise (après correction pour que d'autres vérifications soient satisfaites - contraintes, fissurations, etc.)	$A_{rqd,f} = 3.56 \text{ cm}^2$	
Acier réel	$A_{prov} = 4.02 \text{ cm}^2$	$8 \times \text{ø}8$ (Espacement = 189 mm)

11.6. Amélioration des calculs de capacité portante sismique pour la France

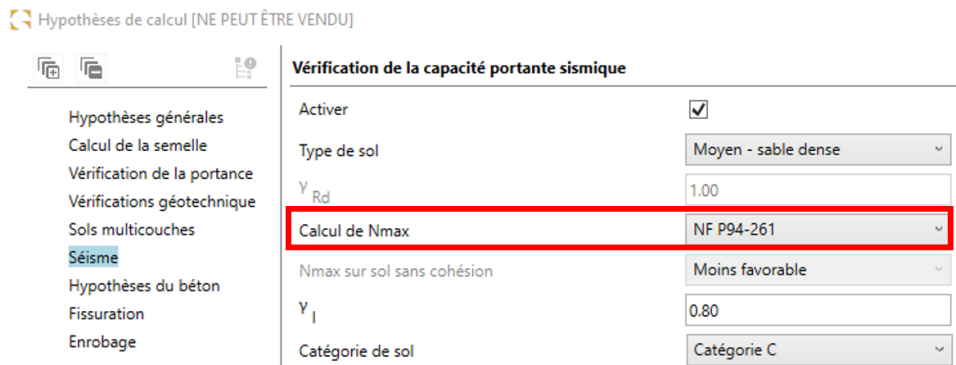
Possibilité de sélectionner une autre méthode de calcul du N_{max} pour la France, ainsi que davantage de détails sur les vérifications associées dans les notes.

Une méthode supplémentaire pour déterminer la capacité portante sismique ultime de la semelle sous une charge verticale est disponible pour les projets en France. Jusqu'à présent, la valeur N_{max} était

toujours déterminée selon la norme EN 1998-5. On peut maintenant déterminer cette valeur selon la norme NF P94-261, à l'aide de la formule :

$$N_{max} = \frac{q_{net} \cdot A}{\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{R,d,v}}$$

Le choix de la méthode est disponible dans la liste de l'onglet Séisme de la boîte de dialogue Hypothèses de calcul. Notez qu'il n'est possible de la modifier que si les paramètres normatifs sont réglés sur France.



Choix de la méthode de détermination de N_{max}

Il convient de mentionner que cette méthode nécessite une pression/résistance portante définie par l'utilisateur.

Si une vérification de la capacité portante sismique est effectuée, les détails des calculs effectués à l'aide de la méthode choisie sont disponibles dans la section correspondante de la note.

Suivant X:

Combinaison

128: 1x[2 G]-1x[102 COMB]

Capacité portante ultime de la semelle sous charge verticale

$$N_{max} = \frac{q_{net} \cdot A}{\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{R,d,v}} = \frac{0.50 \text{ MPa} \times 22500.00 \text{ cm}^2}{1.4 \times 1.2} = 675.00 \text{ kN}$$

Inertie d'effort normalisée

$$\bar{F} = \frac{\gamma_{soil} \cdot a_g \cdot S \cdot B}{g \cdot c}$$

$$\bar{F} = \frac{18.0 \text{ kN/m}^3 \times 0.88 \text{ m/s}^2 \times 1.50 \times 1500 \text{ mm}}{9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.02 \text{ MPa}} = 0.24$$

EN 1998-5, annexe F, (F.2)

$$\bar{N} = \frac{\gamma_{Rd} \cdot N_{Ed}}{N_{max}} = \frac{1.00 \times 80.94 \text{ kN}}{675.00 \text{ kN}} = 0.12$$

Extrait de la note avec des détails sur la méthode utilisée

La dernière version du logiciel a également enrichi le contenu de la note lorsque la capacité portante sismique ne peut pas être calculée. Les détails du calcul de la condition associée de l'annexe nationale française sont maintenant disponibles.

6.3 Vérification de la stabilité

La capacité portante sismique ne peut pas être calculée. La condition sur N normalisé, F.5 de la norme EN1998-5, n'est pas satisfaite.

Suivant X:

Combinaison 138: 1x[2 G]+1x[106 COMB]+0.3x[3 Q]

Capacité portante ultime de la semelle sous charge verticale

$$N_{max} = (\pi + 2) \frac{\bar{c}}{\gamma_M} B \cdot L$$

$$N_{max} = (\pi + 2) \times \frac{0.02 \text{ MPa}}{1.40} \times 1500 \text{ mm} \times 1500 \text{ mm} = 123.95 \text{ kN}$$

EN 1998-5, annexe F, (F.2)

$$\bar{N} = \frac{\gamma_{Rd} \cdot N_{Ed}}{N_{max}} = \frac{1.00 \times 132.60 \text{ kN}}{123.95 \text{ kN}} = 1.07$$

Vérification

$$0 < \bar{N} \leq 1: 0 < 1.07 \leq 1$$

EN 1998-5, annexe F, (F.5)

Echoué

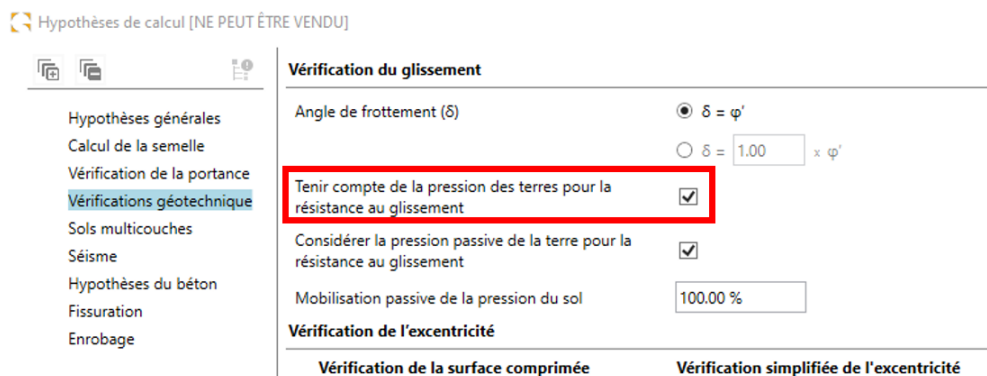
Extrait de la note avec les détails sur la condition de non-satisfaction sur N normalisé

11.7. Nouvelle méthode de détermination de la pression du sol

Détermination de la pression active et passive des terres conformément aux dispositions de l'Eurocode 7.

Dans la dernière version du module, un nouvel algorithme a été introduit afin de déterminer la pression active et passive du sol. Les pressions des terres sont prises en compte lors de la vérification du glissement et sont désormais calculées conformément à l'annexe C de la norme EN 1997-1. Les changements s'appliquent aux calculs selon l'Eurocode, à l'exclusion de l'annexe nationale allemande (qui utilise une méthode différente).

NOTE: La prise en compte de la pression des terres pour la vérification du glissement n'est pas activée par défaut et peut être activée dans la fenêtre Hypothèses de calcul.



Option permettant de prendre en compte la pression des terres pour la vérification au glissement

Les données détaillées et les résultats des calculs de la pression des terres sont présentés dans la note.

8.1 Vérification au glissement à l'ELU

Combinaison	Condition	Lit	H _d	R _d	V _d	TX
			(kN)	(kN)	(kN)	
120	Drainé	Atacun	307.6	451.6	743.8	68.1 %

Conditions drainées

Combinaison :	106: 1.35x[1 G]
Charge horizontale	$H_d = \sqrt{H_x^2 + H_y^2} = \sqrt{(300 \text{ kN})^2 + (67.8 \text{ kN})^2} = 307.6 \text{ kN}$
Charge verticale (initiale)	$V_{d0} = 760.8 \text{ kN}$
Charge verticale (poussée des terres comprise)	$V_d = \text{Max}\{V_{d0} + \gamma_G \cdot P_{act,x} - P_{pass,x} + \gamma_G \cdot P_{act,y} - P_{pass,y}; 0\}$ $V_d = \text{Max}\{760.8 \text{ kN} + 1.35 \times 0.1 \text{ kN} - 8.6 \text{ kN} + \}$ $V_d = \text{Max}\{+1.35 \times 0.1 \text{ kN} - 8.6 \text{ kN}; 0\}$ $V_d = 743.8 \text{ kN}$
Résistance au glissement (initiale)	$R_{d0} = \frac{V_d \cdot \tan(\delta_s)}{\gamma_{Rd} \cdot \gamma_o} = \frac{743.8 \text{ kN} \times \tan(30^\circ)}{1 \times 1} = 429.4 \text{ kN}$
<i>EN 1997-1, (6.5.3)</i>	
La résistance sera modifiée par la pression latérale active et passive de la terre sur la semelle :	
Coefficient de pression des terres actives	$K_a = 0.34$
<i>C.1 (2) de l'EN 1997-1, Annexe C</i>	
Coefficient de pression passive des terres	$K_p = 3.63$
<i>C.1 (2) de l'EN 1997-1, Annexe C</i>	
Composante horizontale de la pression active des terres suivant X	$P_{ax} = 0.2 \text{ kN}$
Composante verticale de la pression active des terres suivant X	$P_{ax} = 0.1 \text{ kN}$
Composante horizontale de la résistance passive suivant X	$P_{px} = 18.5 \text{ kN}$
Composante verticale de la résistance passive suivant X	$P_{px} = 8.6 \text{ kN}$
Composante horizontale de la pression active des terres suivant Y	$P_{ay} = 0.2 \text{ kN}$
Composante verticale de la pression active des terres suivant Y	$P_{ay} = 0.1 \text{ kN}$
Composante horizontale de la résistance passive suivant Y	$P_{py} = 18.5 \text{ kN}$
Composante verticale de la résistance passive suivant Y	$P_{py} = 8.6 \text{ kN}$
Composant de charge appliqué suivant X avec charge de poussée de terre	$H_x = H_{dx} + \gamma_G \cdot P_{ax} =$ $H_x = 299.7 \text{ kN} + 1.35 \times 0.2 \text{ kN} = 300 \text{ kN}$
Composant de charge appliqué suivant Y avec charge de poussée de terre	$H_y = H_{dy} + \gamma_G \cdot P_{ay} =$ $H_y = 67.5 \text{ kN} + 1.35 \times 0.2 \text{ kN} = 67.8 \text{ kN}$
Résultante de la pression passive des terres	$R = \sqrt{R_{pdx}^2 + R_{pdy}^2} = \sqrt{(18.5 \text{ kN})^2 + (18.5 \text{ kN})^2} = 26.2 \text{ kN}$
Charge de résistance due à la pression passive de la terre suivant X	$R_{pdx} = \frac{P_{px}}{\gamma_{Rd}} = \frac{18.5 \text{ kN}}{1} = 18.5 \text{ kN}$
Charge de résistance due à la pression passive des terres suivant Y	$R_{pdy} = \frac{P_{py}}{\gamma_{Rd}} = \frac{18.5 \text{ kN}}{1} = 18.5 \text{ kN}$
Résistance passive projetée suivant l'axe de la résultante entre H _{dx} et H _{dy}	$R_{pd} = R \cdot \cos(\alpha - \beta)$ $R_{pd} = 26.2 \text{ kN} \times \cos(12.7^\circ - 45^\circ) = 22.1 \text{ kN}$
Résistance au glissement (finale)	$R_d = R_{d0} + R_{pd} = 429.4 \text{ kN} + 22.1 \text{ kN} = 451.6 \text{ kN}$
Vérification du glissement	$H_d \leq R_d: 307.6 \text{ kN} \leq 451.6 \text{ kN}$
Taux de travail	68.1 % (Réussi)

12. RC Wall

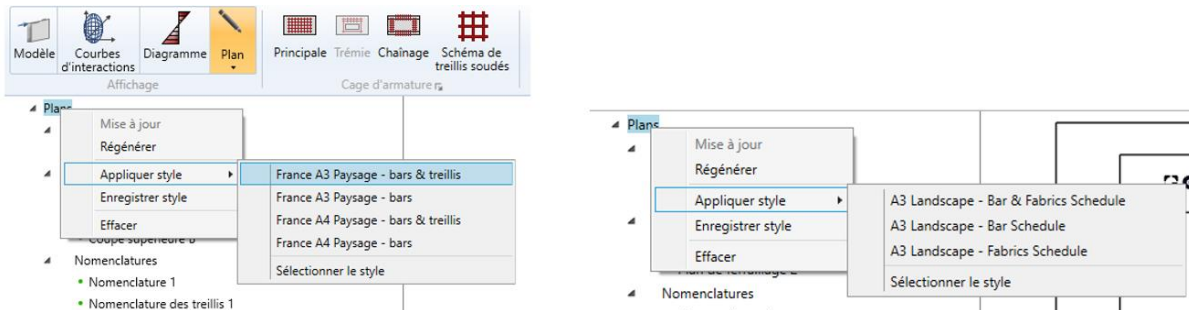
Nouvelles fonctionnalités et améliorations apportées à la dernière version du module RC Wall.

12.1. Génération des nomenclatures pour les barres et les treillis soudés

Génération automatique et simultanée des nomenclatures pour les barres et les treillis soudés.

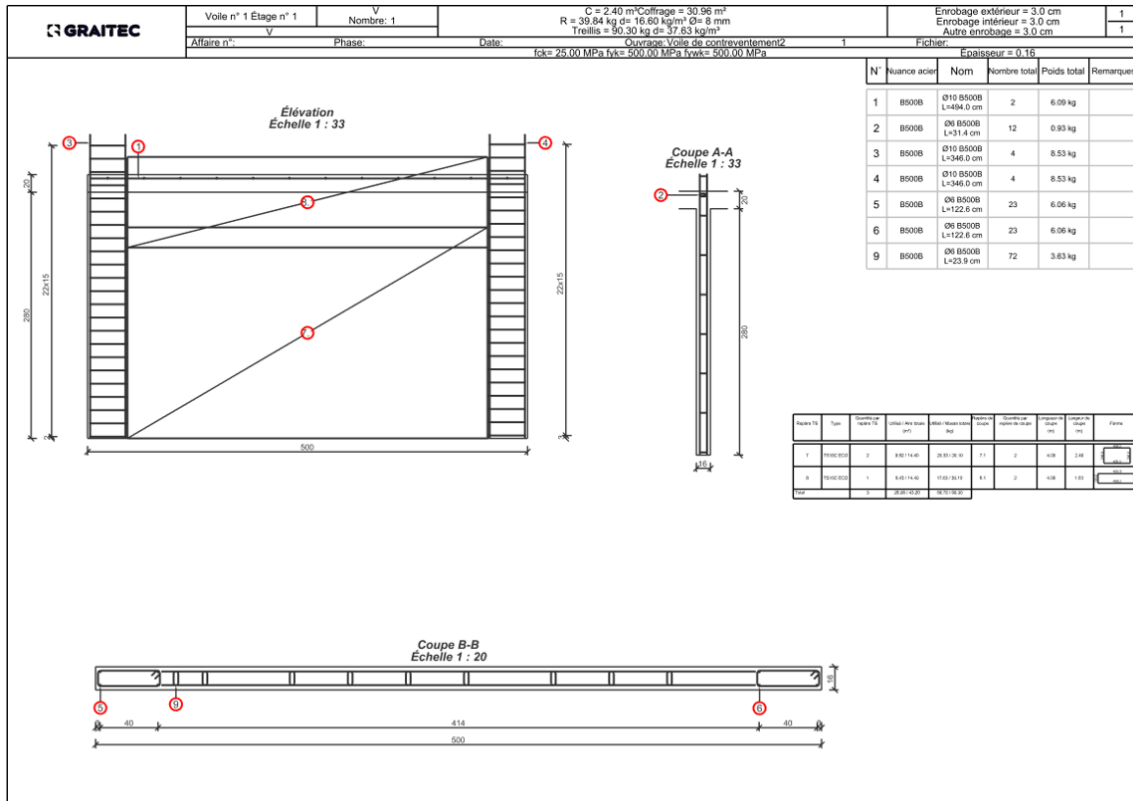
Auparavant, lors de la création de plans pour les voiles, un plan de ferrailage était généré. Mais si des treillis soudés étaient également présents, leur nomenclature devait être générée et ajoutée manuellement.

La dernière version simplifie ce processus et, selon vos besoins, vous pouvez utiliser soit un style de dessin pour les aciers uniquement, soit un nouveau gabarit pour les aciers et les treillis soudés. Le même mécanisme est également disponible pour le module RC Slab.



Sélection d'un style de dessin sur un mur en béton armé (à gauche) et une dalle en béton armé (à droite)

Un nouveau style de dessin a été ajouté pour permettre la génération automatique et simultanée de plans pour les barres et les treillis.

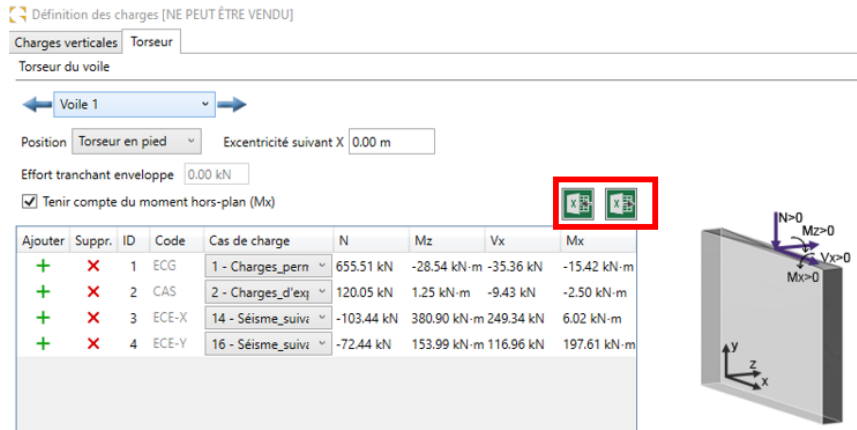


Génération automatique d'un plan avec des nomenclatures pour les barres et les treillis

12.2. Importation et exportation des efforts à l'aide d'un fichier Excel

Saisie aisée des charges à partir de données extérieures à l'aide d'une feuille Excel.

Pour les murs contreventement, il est désormais possible d'importer et d'exporter les torseurs à l'aide d'une feuille Excel. À cette fin, deux nouvelles icônes sont disponibles dans la fenêtre des définitions des charges - l'une pour l'exportation et l'autre pour l'importation.



Commandes d'importation et d'exportation vers Excel

Grâce à la possibilité d'importer les torseurs par voile ou groupe de voile, vous pouvez facilement utiliser le module pour analyser les données issues de sources externes, ainsi que pour éditer rapidement les valeurs.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Code	LoadCase	Cas de charge	N (kN)	Mz (kN·m)	Vx (kN)	Mx (kN·m)
2	ECG	1	Charges permanentes avec	655.51	-28.54	-35.36	-15.42
3	CAS	2	Charges d'exploitation	120.05	1.25	-9.43	-2.5
4	ECE-X	14	Séisme suivant la direction	-103.44	380.9	249.34	6.02
5	ECE-Y	16	Séisme suivant la direction	-72.44	153.99	116.96	197.61
6							

Charges exportées vers une feuille de calcul Excel

13. Masonry Wall

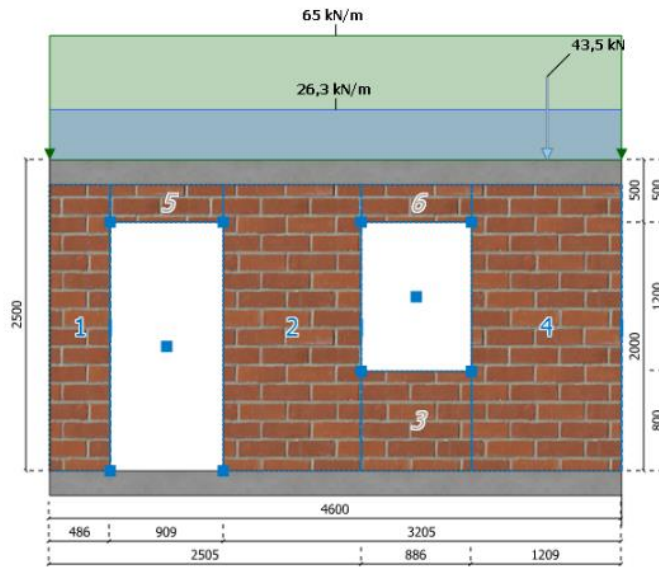
Nouvelles fonctionnalités et améliorations apportées à la dernière version du module Masonry Wall.

13.1. Représentation des charges dans les vues

Vérification aisée des charges saisies.

Pour faciliter la visualisation des charges saisies ainsi que des efforts internes importés, il est désormais possible de les afficher graphiquement.

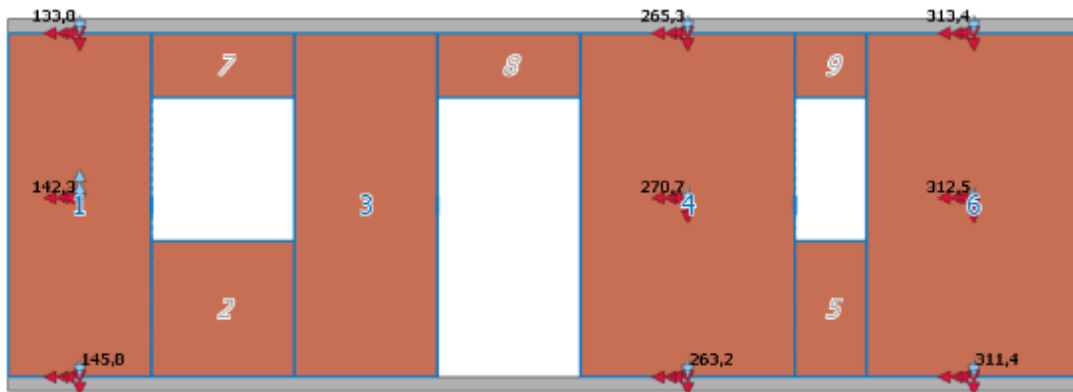
On peut maintenant visualiser les charges dans les vues 2D et 3D.



Vue des charges externes sur le mur

Selon les besoins, nous pouvons facilement activer ou désactiver l'affichage des charges directement à partir d'une vue. À partir de la fenêtre, avec les paramètres graphiques, nous pouvons également contrôler leur plage d'affichage - par exemple, quel cas de charge sera affiché.

Dans le cas où le mur a été importé depuis Advance Design, nous pouvons également afficher graphiquement les efforts internes calculés en bas, au milieu et en haut des panneaux pour chaque cas de charge.



Affichage des torseurs sur les panneaux

13.2. Note détaillée pour les calculs CR6

Note plus complète pour les clients roumains.

Une nouvelle section a été ajoutée dans les notes pour la vérification d'un voile soumis à une flexion dans le plan selon la norme roumaine CR6.

8 Verification of wall subjected to in-plane bending

The verification of unreinforced masonry walls subjected to in-plane bending is done according to (6.6.3) from CR6-2013.

Verification of wall subjected to in-plane bending						
Leaf	Comb.	Critical Section	M_{Ed}	M_{Rd}	WR	Status
			(kN·m)			
-	102	Top	23.6	145.6	16.2 %	Passed

Critical Section: Bottom of the wall
 Combination: 102: 1.35x[1 G]
 Verification: $M_{Ed} < M_{Rd}$
 Design value of the applied bending moment: $M_{Ed} = 23.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Design value of the resistant bending moment: $M_{Rd} = N_{Ed} \cdot y_c = 129.1 \text{ kN} \cdot 1128 \text{ mm} = 145.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 (CR6-2013 (6.6.3.2, eq. 6.16))
 Compressed area: $A_c = \frac{N_{Ed}}{0.85 \cdot f_d} = \frac{129.1 \text{ kN}}{0.85 \cdot 1 \text{ MPa}} = 148784 \text{ mm}^2$
 (CR6-2013 (6.6.3.2, eq. 6.17))
 Axial load: $N_{Ed} = 129.1 \text{ kN}$
 Design compressive stress of masonry: $f_d = 1 \text{ MPa}$
 Lever arm: $y_c = 1128 \text{ mm}$
 Verification: $M_{Ed} < M_{Rd}$: $23.6 \text{ kN}\cdot\text{m} < 145.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
16.2 % (Passed)

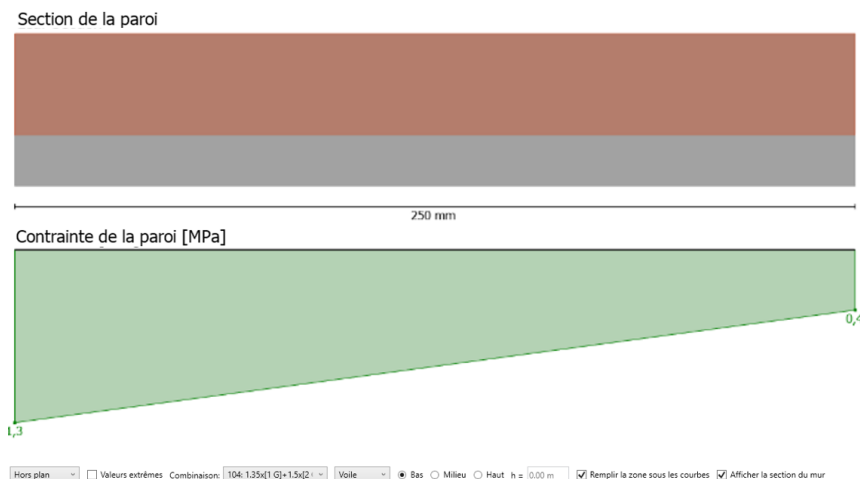
13.3. Possibilité de choisir la position de la section pour le diagramme des contraintes

Meilleur contrôle de l'affichage des résultats.

Lors de l'affichage des résultats sous forme de diagrammes de contraintes, il est désormais possible de sélectionner la position de la section (bas/milieu/haut). Pour la section sélectionnée, la hauteur du niveau de la section est également affichée.

Hors plan Valeurs extrêmes Conainte minimale à Bas Milieu Haut h = 1,15 m Remplir la zone sous les courbes Afficher la section du mur

Options de sélection de la position de la section



Diagrammes de contraintes pour la section en bas de mur

13.4. Sauvegarde des bases de données de maçonnerie par modèle

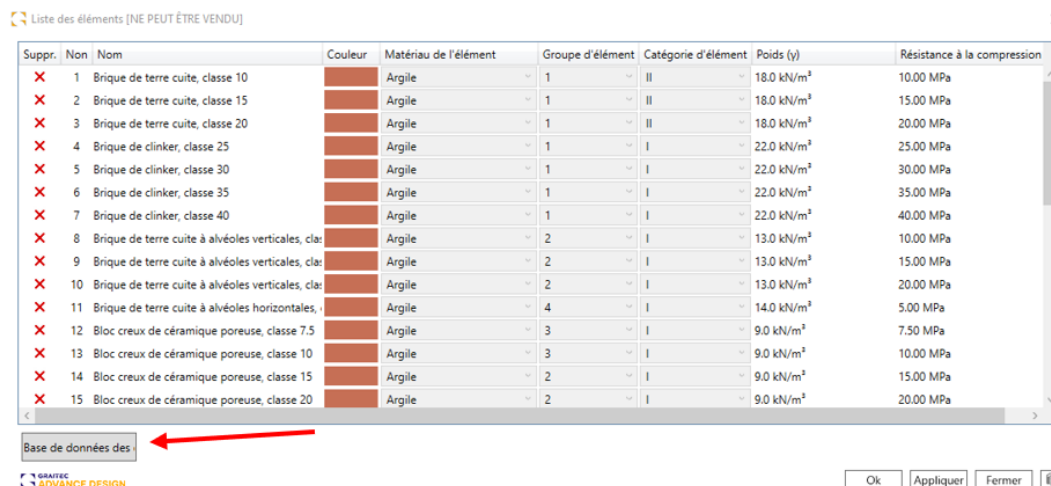
Nouvelle méthode de sélection des données dans les bases de données pour faciliter la gestion de leur contenu.

Pour faciliter la gestion des données des bases de données utilisées par le module Masonry Walls, les bases de données ont été séparées des données du projet en cours.

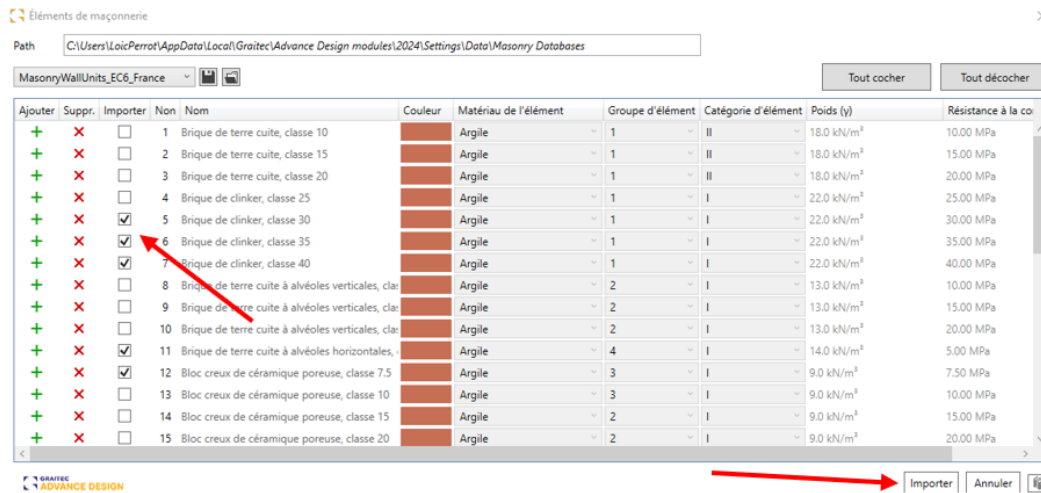
Les modifications s'appliquent aux bases de données relatives au mortier, aux éléments de maçonnerie et aux sections de mur.

Grâce à ces changements, la modification des données, par exemple d'une section donnée dans la base de données des sections de murs en maçonnerie, n'affectera pas les autres projets qui utilisent la même section.

Dans le cas des éléments de maçonnerie et des mortiers, les données sont gérées de la même manière que, par exemple, la gestion des treillis soudés ou des sols dans les autres modules. Par exemple, si vous cliquez sur l'icône Base de données des éléments, vous verrez une fenêtre avec une liste des éléments de maçonnerie chargés/disponibles dans le projet. Cette liste peut bien sûr être définie de manière individuelle et dépend du gabarit du projet. Pour supprimer de la liste une entrée indésirable, vous pouvez cliquer sur l'icône de la première colonne. Pour ajouter de nouvelles entrées à la liste, vous devez utiliser le bouton Base de données des éléments.



De cette manière, une autre fenêtre est disponible, dans laquelle vous pouvez voir une liste de toutes les unités de maçonnerie disponibles dans les bases de données. À l'aide de cases à cocher, nous sélectionnons les éléments que nous voulons ajouter au projet actuel et nous pouvons ensuite utiliser le bouton Importer.

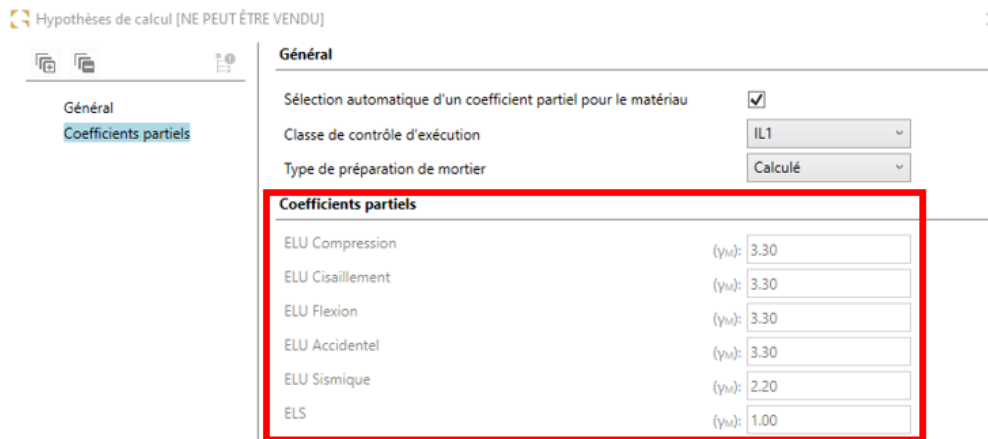


Comme dans la version précédente, cette fenêtre permet bien sûr de sélectionner une base de données sur le disque, d'éditer le contenu de la base de données elle-même, y compris de l'enrichir avec nos propres éléments.

13.5. Affichage des coefficients partiels

Vérification rapide des coefficients partiels appliqués.

Afin de permettre la vérification des coefficients partiels déterminés pour la section de maçonnerie courante, ceux-ci sont désormais disponibles dans la fenêtre Hypothèses de calcul. Notez que les valeurs des coefficients partiels sont déterminées automatiquement, car la plupart des paramètres et la structure de la section transversale du mur dépendent des annexes nationales. Elles peuvent donc être différentes selon les murs.



13.6. Représentation de la profondeur de l'appui dans les fenêtres de visualisation

L'affichage de la profondeur de l'appui sur la dalle permet aux utilisateurs de vérifier plus facilement les données.

La profondeur de l'appui de la dalle est désormais visible pour les utilisateurs, ce qui vous permet de vous assurer plus facilement que les données que vous avez saisies sont correctes.

Géométrie [NE PEUT ÊTRE VENDU]

Géométrie du mur

- Éléments supérieurs
- Éléments inférieurs
- Trémies
- Conditions d'appui

Mur supérieur

Voile

Hauteur (h1): 3.00 m

Étage supérieur

Type: Dalle à droite

Plancher continu

Épaisseur (D1): 200 mm

E: 30000.00 MPa

Unité de poids: 25.0 kN/m³

Profondeur de l'appui égale à l'épaisseur de la paroi 150 mm

Dalle portant dans 2 directions

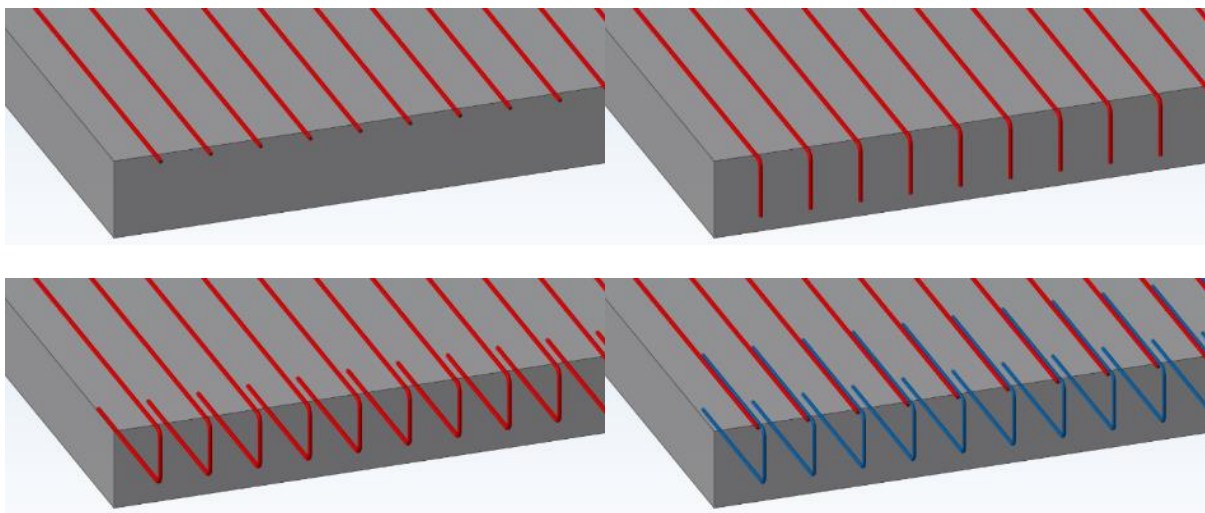
14. RC Slab

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

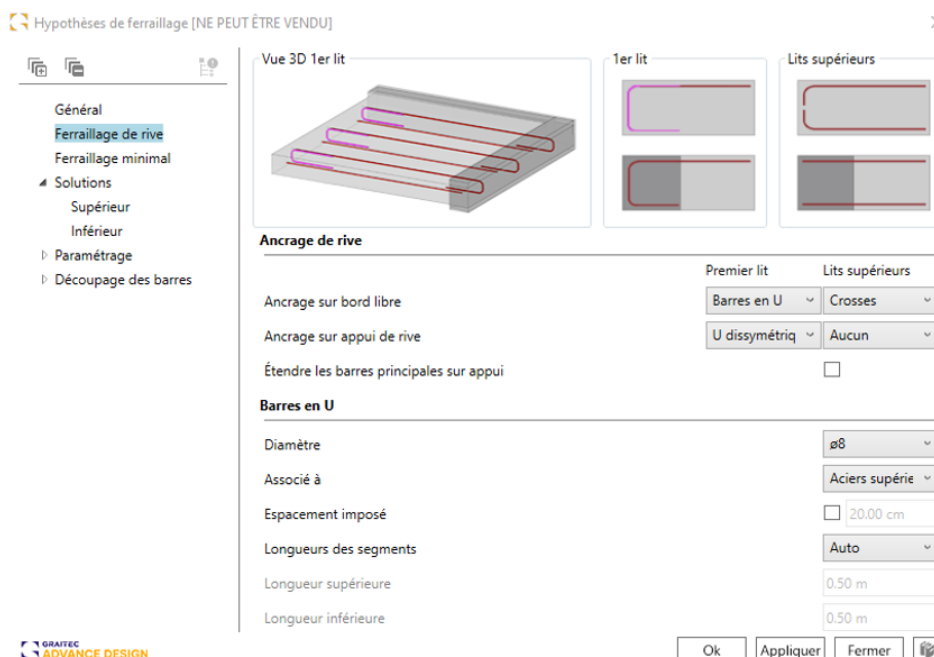
14.1. Nouvelles formes de barres

Possibilité de générer des barres en U (standard et dissymétrique) sur les bords de la dalle

La dernière version du logiciel a étendu la liste des types de barres pouvant être utilisées dans les dalles de béton. Toutes ces formes se réfèrent à la méthode de l'extrémité de la barre, c'est-à-dire la méthode d'ancrage des barres. Il existe désormais 4 méthodes d'ancrage : barres droites, crosses, U symétrique et U dissymétrique.

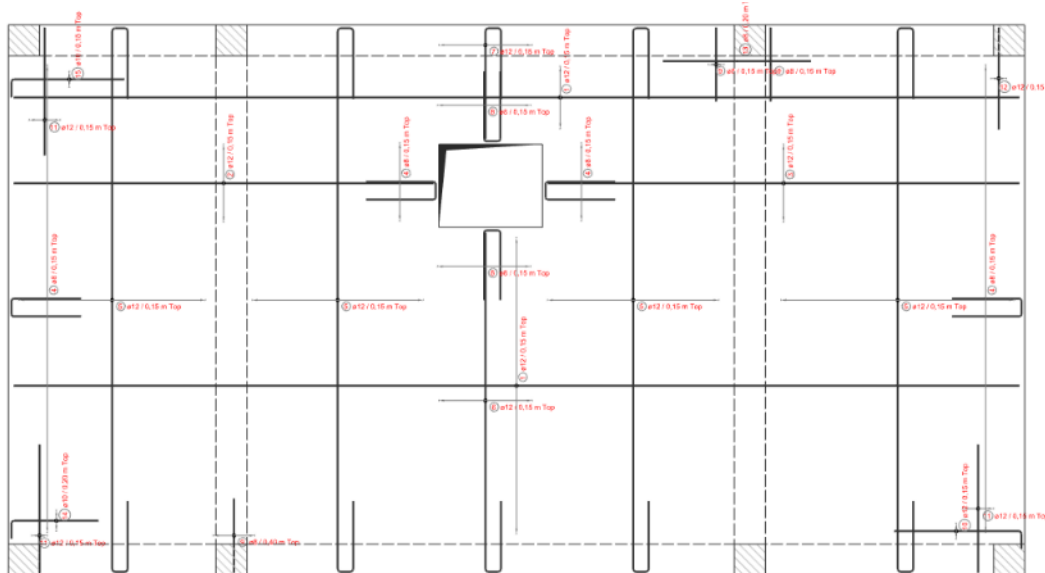


Le choix du type d'ancrage est disponible dans les paramètres (fenêtre Hypothèses de ferrailage), dans le nouvel onglet Ferrailage de rive. Nous pouvons définir des paramètres différents pour le premier et le second lit de ferrailage, de manière indépendante pour les bords libres et les bords sur appuis.



En outre, cette fenêtre nous permet de définir des paramètres pour les barres en U, notamment le diamètre et l'affectation au ferrailage inférieur ou supérieur, et nous pouvons également imposer l'espacement ou la longueur des barres.

Lors de la génération des plans de ferrailage, l'ancrage des barres est présenté sous forme projetée, ce qui permet de reconnaître facilement sa forme.



Plan de ferrailage généré automatiquement pour le ferrailage supérieur

14.2. Possibilité de gérer les crosses pour les zones de ferrailage

Possibilité d'éditer les crosses séparément pour chaque zone de ferrailage.

Dans la dernière version du logiciel, la fenêtre d'édition du ferrailage généré s'est enrichie d'un ensemble de nouvelles colonnes permettant de modifier les paramètres d'ancrage. Pour chaque zone de ferrailage, vous pouvez décider si l'ancrage doit être généré, vous pouvez définir le diamètre (pour l'ancrage par barre en U), définir la valeur de recouvrement, et également modifier la longueur de la crosse de début ou de fin.

Dalle - Aciers calculés [NE PEUT ÊTRE VENDU]

Filtre

Solution : Supérieur Lit : Lit 1

Zones de barres

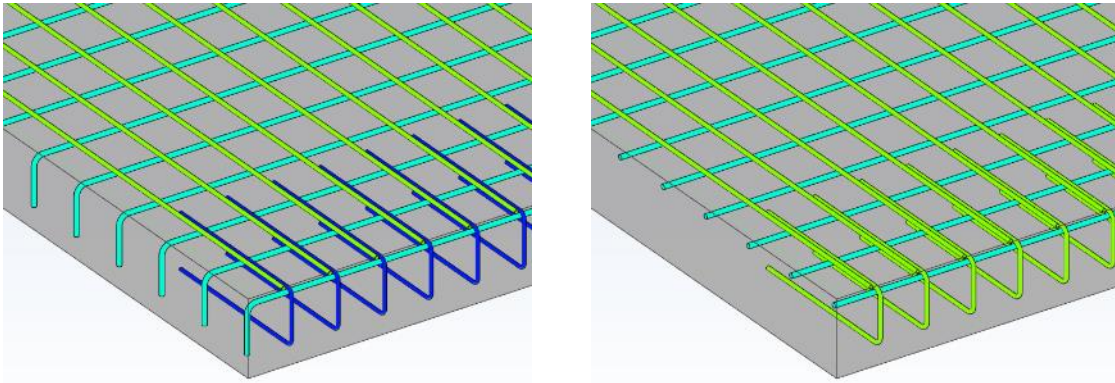
ge X	Auto suivant Y	Décalage Y	Ancrage X	Ancrage Y	Diamètre du U suivant	Diamètre du U suivant	Enrobage X	Enrobage Y	Longueur crosse dé	Longueur crosse fin	Longueur cross
m	<input checked="" type="checkbox"/>	0.05 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ø8	Ø8	0.03 m	0.03 m	Auto	Auto	Auto

Zones de panneaux

Suppr.	Lit	Nom	Type de treillis	Position de recouvre	Diamètre X	Diamètre Y	Espacem	Espacem	Chevauchem	Chevauchem	Aciers réels X	Aciers réels Y	Décalage X	Décalage Y

Ok Appliquer Annuler

Partie de la boîte de dialogue Aciers calculés avec les paramètres d'ancrage



Exemple de modification : suppression des crosses dans une direction et modification du diamètre des barres en U dans l'autre

14.3. Nouvelles options pour définir la solution de ferrailage

Possibilité de définir la couverture du ferrailage avec des zones de ferrailage.

Pour la définition automatique des zones de ferrailage, nous pouvons utiliser le paramètre (dans la fenêtre Hypothèse de ferrailage) de sorte que lors de la définition des lits, celles-ci couvrent un pourcentage fixe de la section théorique de ferrailage. Par exemple, pour l'armature inférieure, la première zone (couvrant toute la surface) doit couvrir 70 % du ferrailage nécessaire, et les 30 % restants doivent être couverts par le deuxième lit.

Hypothèses de ferrailage [NE PEUT ÊTRE VENDU]

- Général
- Ferrailage de rive
- Ferrailage minimal
- ▲ Solutions
 - Supérieur
 - Inférieur
- Paramétrage
- Découpage des barres

Solutions de ferrailage

Modèle de ferrailage: Barres

Nombre maximum de lits: 2

Couverture par rapport à la surface de: Ferrailage théorique ma

Méthode de couverture minimale: Pourcentage

Minimise la section réelle d'armatures / Minimise le nombre de zones de:

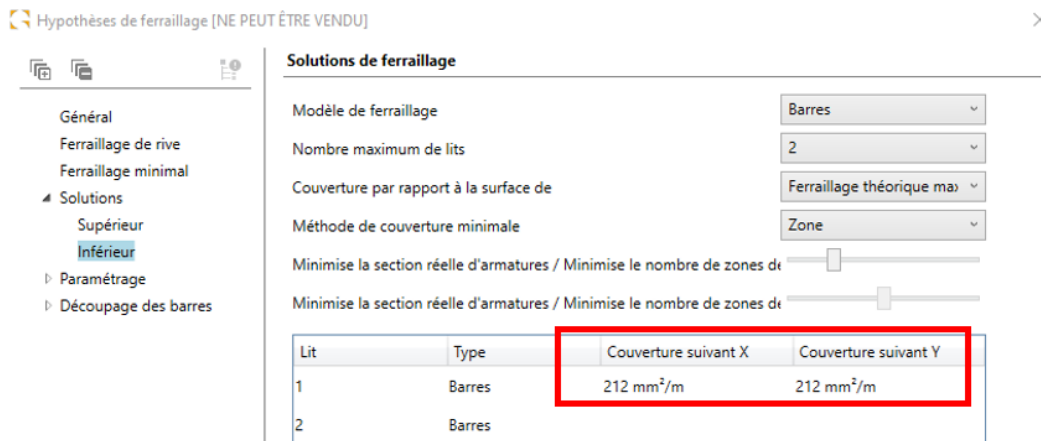
Minimise la section réelle d'armatures / Minimise le nombre de zones de:

Lit	Type	Couverture minimale
1	Barres	70.00 %
2	Barres	30.00 %

La couverture minimale définie comme le pourcentage de la section théorique maximale

Dans la dernière version, nous pouvons spécifier la méthode de couverture non seulement par des pourcentages mais aussi par des valeurs absolues (section en cm²). Cela facilite la sélection précise de la couverture.

Pour pouvoir sélectionner la méthode, dans la fenêtre *Hypothèse de ferrailage*, sous l'onglet *Solution*, vous devez définir la **Méthode de couverture minimale** sur **Zone**. Dans le tableau ci-dessous, nous pouvons spécifier la zone de couverture minimale séparément pour les directions X et Y.



Couverture minimale définie comme la valeur de la section de ferrailage

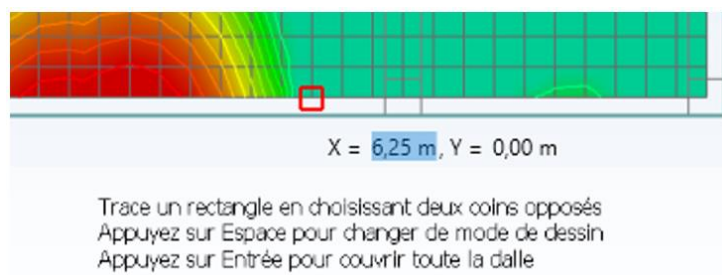
14.4. Nouvelles méthodes de définition graphique des zones de ferrailage

Modélisation plus rapide des zones de ferrailage grâce à des méthodes de définition graphique supplémentaires.

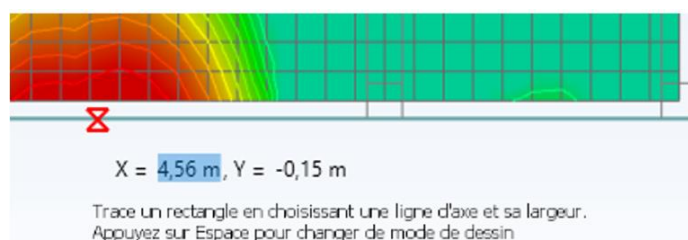
Lors de la définition du ferrailage dans les dalles sur la base du ferrailage théorique calculé, nous pouvons utiliser la détermination automatique des zones de ferrailage, ou nous pouvons définir ces zones nous-mêmes, et nous pouvons également combiner les deux méthodes (par exemple, une zone sur toute la surface de la dalle est définie automatiquement et les zones de ferrailage supplémentaires sont définies manuellement).

Jusqu'à présent, la définition graphique d'une zone consistait à entrer la zone via une polygone fermée. Dans la dernière version, deux méthodes supplémentaires pour tracer des zones de ferrailage rectangulaires sont disponibles : par 2 points et par la ligne médiane.

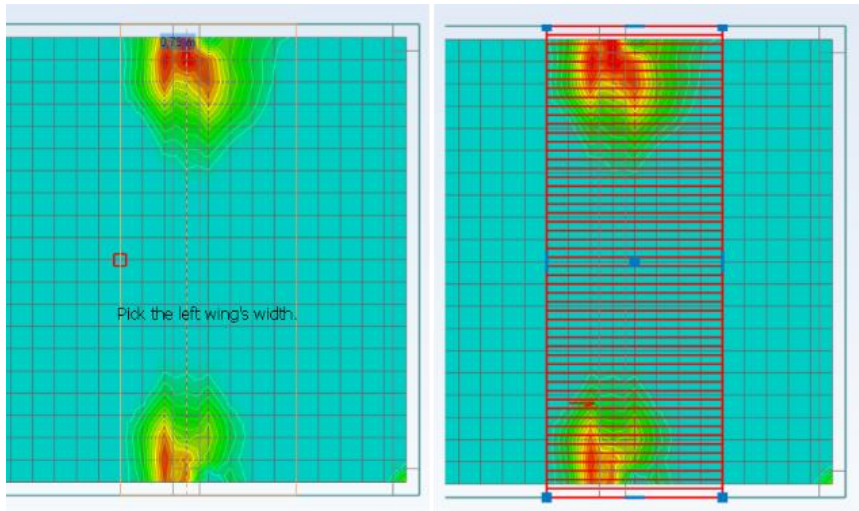
La nouvelle méthode de définition des rectangles par 2 points est très simple. Il suffit de choisir deux points opposés de la diagonale du rectangle. C'est le fonctionnement par défaut.



La deuxième nouvelle méthode consiste à définir un rectangle à l'aide d'une ligne centrale et de distances latérales. Nous devons choisir les points de départ et d'arrivée de la ligne, puis un point pour définir le bord droit et le bord gauche du rectangle. Ce mode est particulièrement utile pour définir des zones rectangulaires sur une ligne d'appuis.



Notez que le mode de saisie peut être modifié en appuyant sur la touche Espace lors de l'ajout d'une zone.



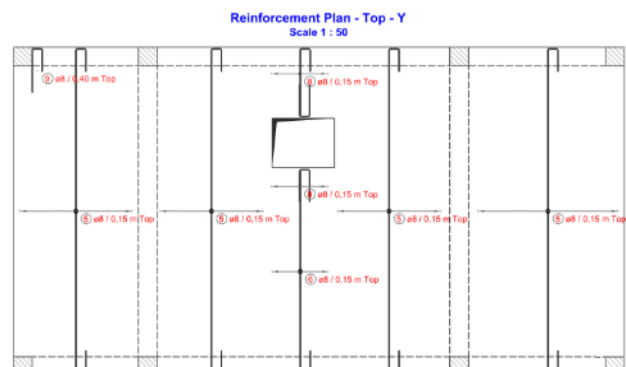
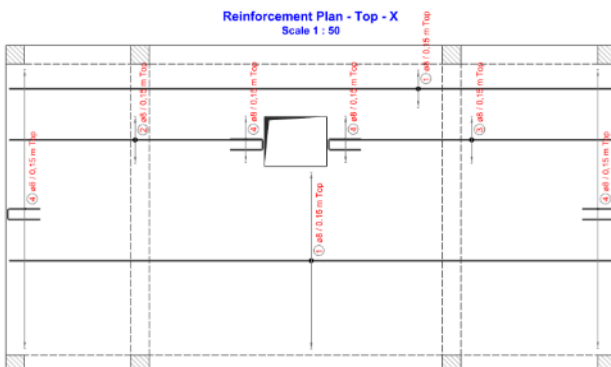
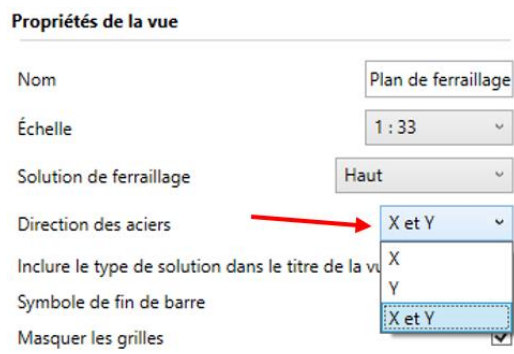
Définition de la zone avec une ligne centrale et distances latérales (à gauche), et zone de ferrailage définie (à droite)

14.5. Ensemble d'améliorations apportées aux plans

Amélioration de la personnalisation des plans de ferrailage automatiques pour les dalles.

Plans séparés pour les directions de ferrailage

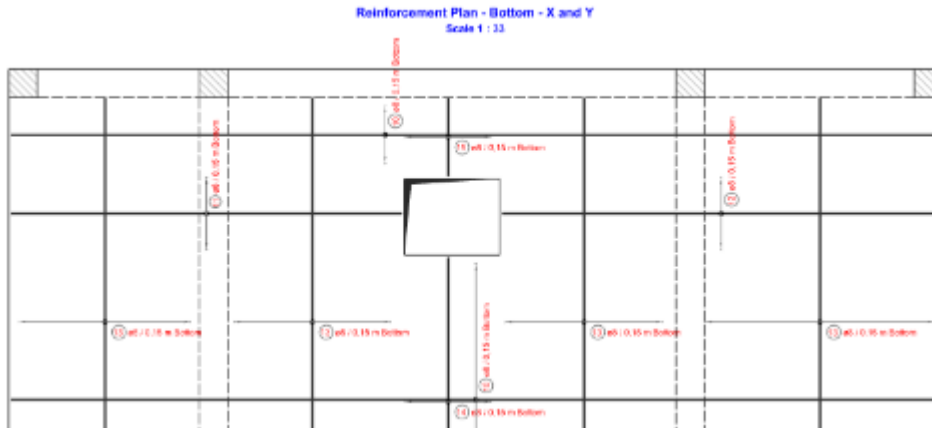
Avec cette version, nous pouvons générer des plans soit simultanément, soit séparément pour chaque direction de ferrailage. Pour cela, dans les propriétés des plans, on peut choisir si une vue donnée présente les armatures en X ou en Y ou dans les deux directions.



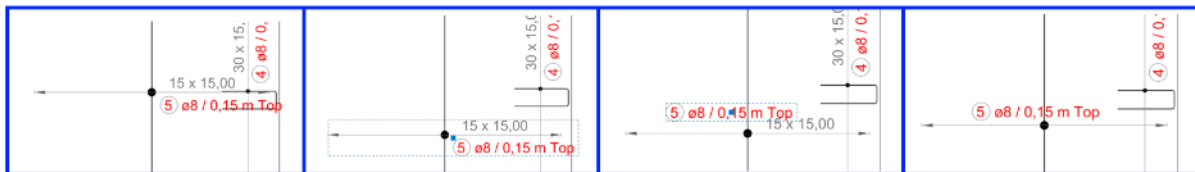
Amélioration des annotations des barres

Pour accroître la fonctionnalité des plans et améliorer leur réception, plusieurs améliorations ont été apportées à la génération et à l'édition des annotations de ferrailage.

Tout d'abord, l'algorithme de positionnement automatique des annotations a été amélioré afin de les rendre plus lisibles et d'éviter les collisions avec les barres.



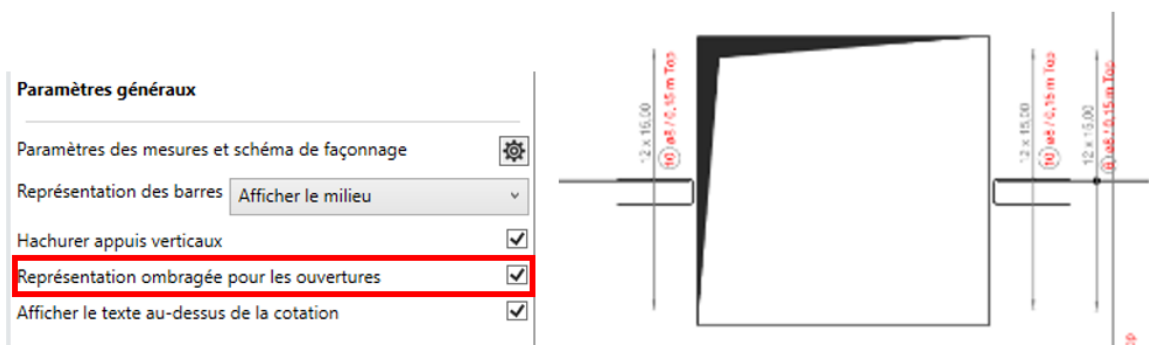
Deuxièmement, lorsque vous souhaitez modifier la position des annotations de répartition, vous pouvez déplacer l'ensemble de l'annotation, ainsi que la barre de repère et la ligne de cote, de manière indépendante. Vous pouvez également utiliser la nouvelle option pour désactiver les annotations au-dessus de la ligne de cote.



Position initiale / déplacement de l'ensemble de l'annotation / déplacement du repère / annotation sans cotation

Meilleure représentation des trémies

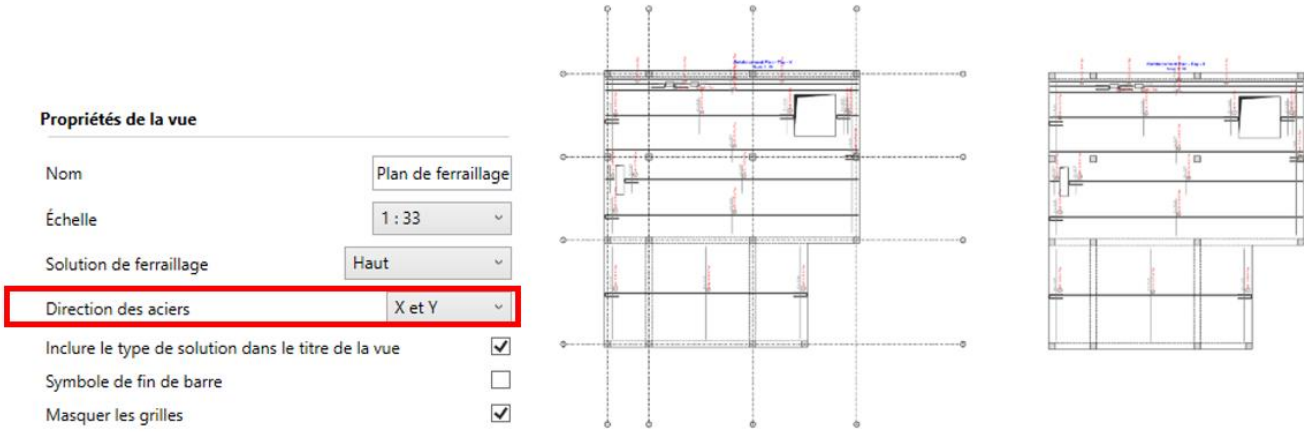
Une autre amélioration des plans est la possibilité d'afficher une représentation graphique spéciale pour les trémies (comme illustré dans l'image). Si vous ne voulez pas de ce symbole supplémentaire pour les trémies, vous pouvez le désactiver à l'aide d'une nouvelle option dans les paramètres du plan.



Option permettant de modifier le style d'affichage des trémies

Nouvelle option pour masquer les grilles dans les dessins

Pour améliorer les fonctionnalités du paramétrage des plans de dalles, une option a été ajoutée pour décider si les axes de la structure doivent être présentés dans les plans.



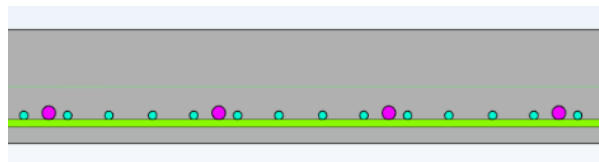
Option d'exclusion des axes et exemple d'application

14.6. Ensemble d'améliorations mineures

Fonctionnalité et confort accrus grâce à une série de petites améliorations.

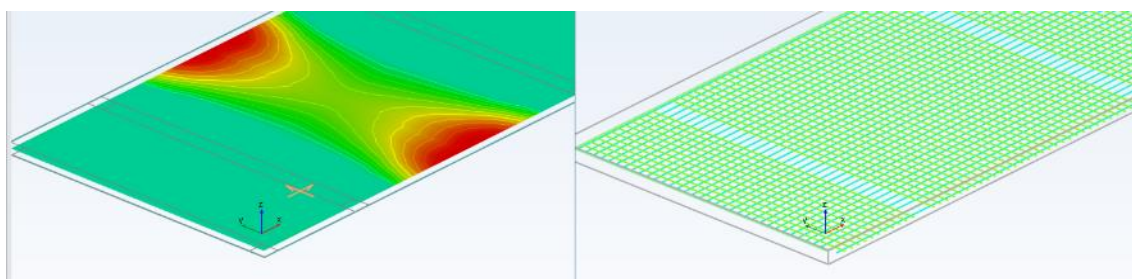
Permettre au deuxième lit d'avoir un diamètre plus grand que le premier.

Lors de la définition des barres dans chaque direction dans plusieurs lits, il est désormais possible d'utiliser n'importe quelle configuration de diamètres de barres dans différents lits, y compris l'ajout de barres avec des diamètres plus grands dans le lit suivant que dans le lit précédent.



Affichage des axes locaux pour chaque dalle

Étant donné que le ferrailage des dalles se réfère à leur système d'axe local, pour faciliter l'orientation lors de la définition des zones et de l'analyse du ferrailage, les vues affichent désormais un symbole graphique pour l'axe local de la dalle.



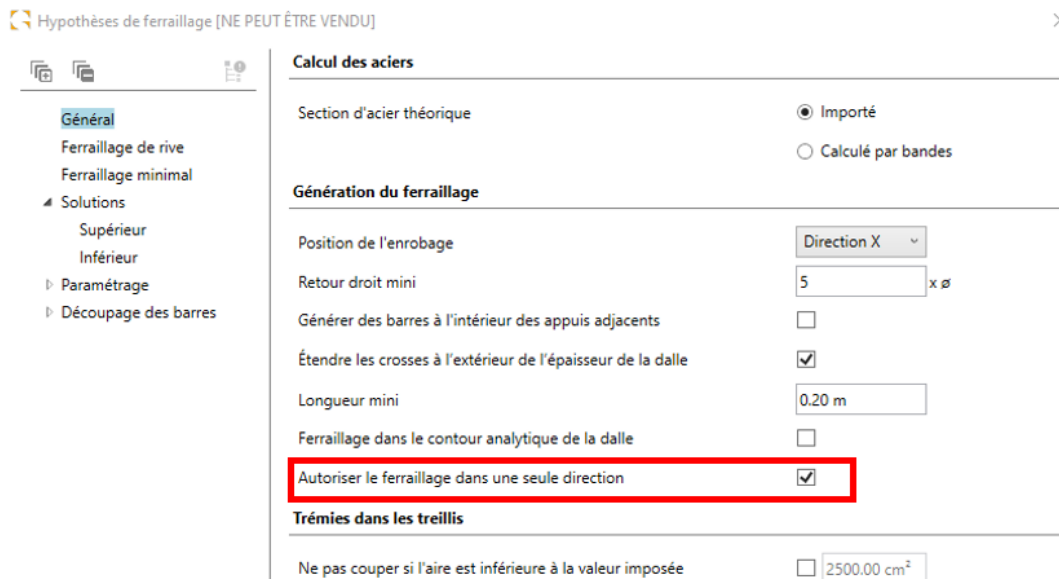
Possibilité de désactiver un lit d'aciers

Si vous souhaitez générer un ferrailage automatiquement, mais pas sur tous les lits, vous pouvez désormais indiquer une couverture minimale de zéro pour un lit lors de la définition des paramètres. Un exemple d'application est la génération automatique rapide du ferrailage inférieur, tandis que le ferrailage supérieur est ensuite défini manuellement uniquement dans des zones sélectionnées (par exemple, au-dessus des appuis).

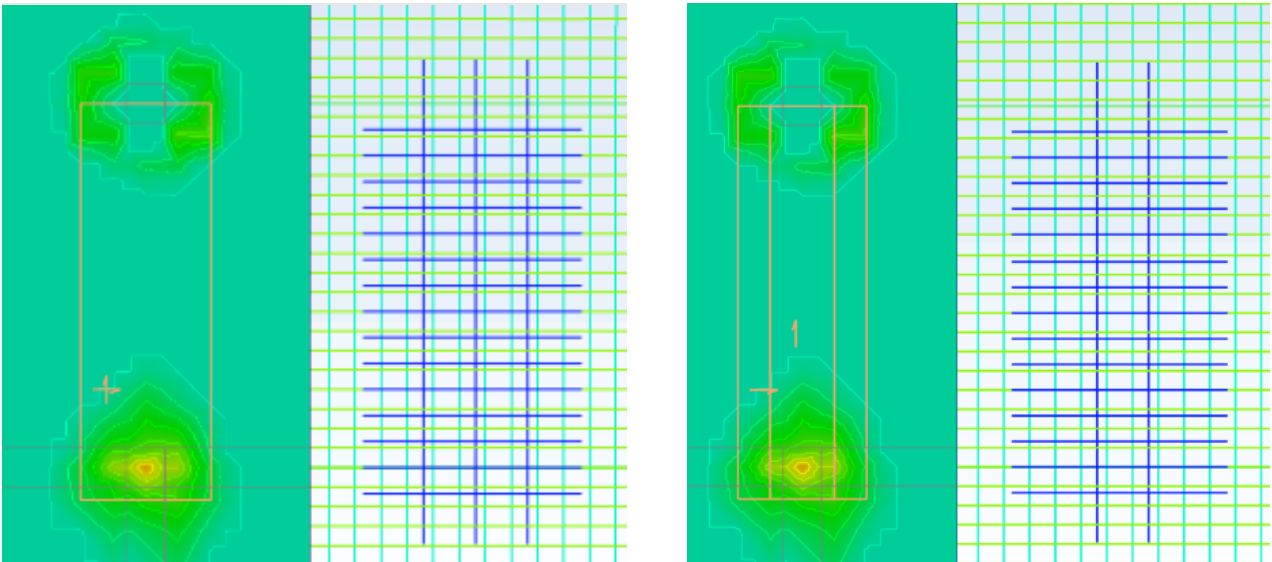


Nouvelle option pour générer des zones de ferrailage unidirectionnelles.

Une nouvelle option "Autoriser le ferrailage dans une seule direction" est disponible dans la fenêtre Hypothèses de ferrailage. Cette option est utilisée lors de la détermination automatique des zones de ferrailage et fait en sorte que certaines zones soient générées non pas comme des zones à double sens, mais comme une ou deux zones à sens unique. Bien que toutes les zones ne puissent pas être modifiées de cette manière, dans de nombreux cas, cela permet de réduire le nombre de barres.



Emplacement de la nouvelle option



Zone avec ferrailage bidirectionnel (à gauche) et deux zones avec ferrailage unidirectionnel (à droite).

15. Attaches

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

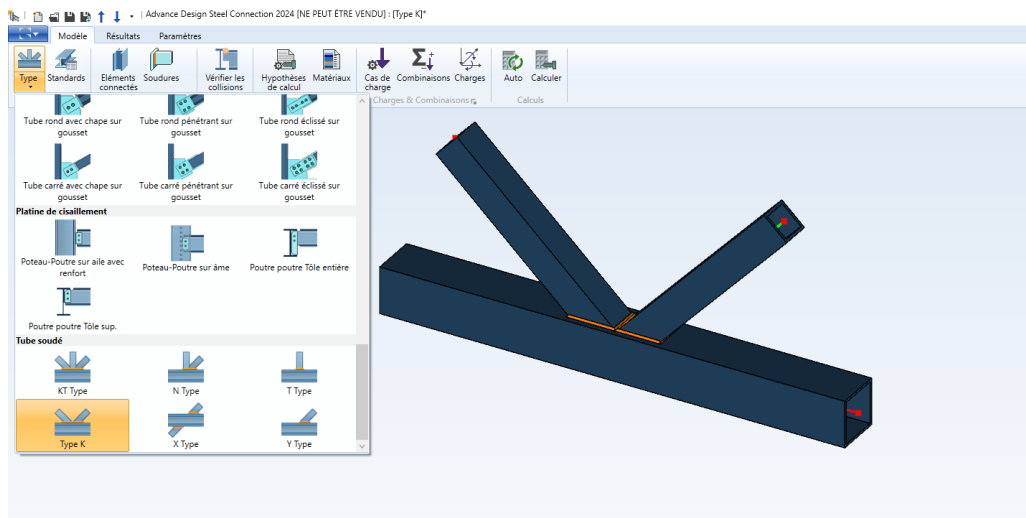
15.1. Attache en treillis soudée de tubes

Nouveau type d'attache en treillis soudée avec de multiples configurations de diagonales de tubes carrés et rectangulaires.

Nous sommes heureux de vous présenter une nouvelle fonctionnalité dans notre module Advance Design Steel Connection - l'analyse des attaches soudées pour les sections de tubes rectangulaires/carrés, offrant ainsi aux ingénieurs une plus grande flexibilité dans leur processus de conception. Avec cette nouvelle catégorie d'attaches, les utilisateurs peuvent analyser et optimiser en toute confiance les attaches carrés utilisant des tubes rectangulaires/carrés, ce qui élargit encore les capacités de notre logiciel.

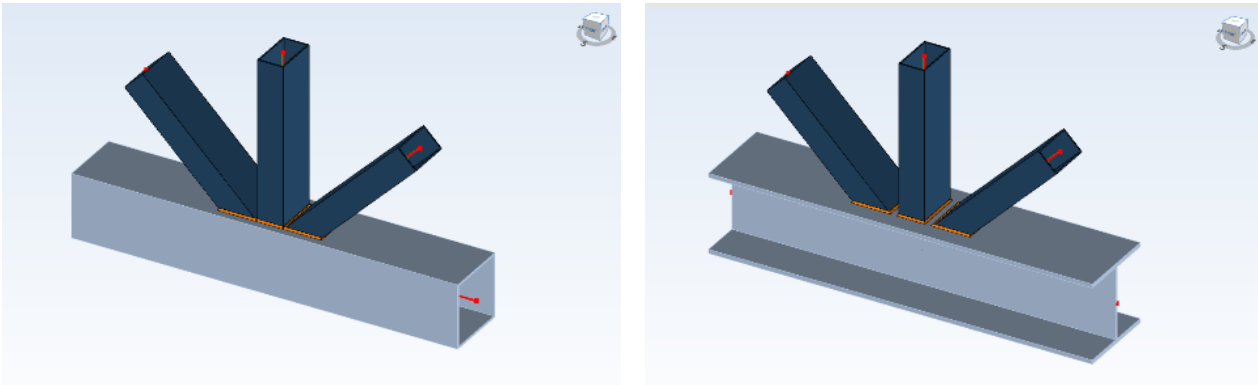
Les calculs sont basés sur les dispositions de l'Eurocode 3 (EN 1993-1-8).

Dans la version actuelle 2024, les utilisateurs peuvent vérifier les assemblages de treillis soudés pour les profils en acier pour les configurations suivantes : Type K, type KT, type N, type T, type X et type Y. Lors de la création d'une nouvelle attache dans l'environnement autonome, le type d'attache peut être sélectionné dans une liste de types prédéfinis disponibles.



Choix du type d'attache

L'attache permet de raccorder une membrure (poutre principale) et des éléments de contreventement (diagonales). La poutre principale peut être de section carrée, rectangulaire ou en I, tandis que les diagonales peuvent être uniquement constituées de sections tubulaire carrées ou rectangulaires.



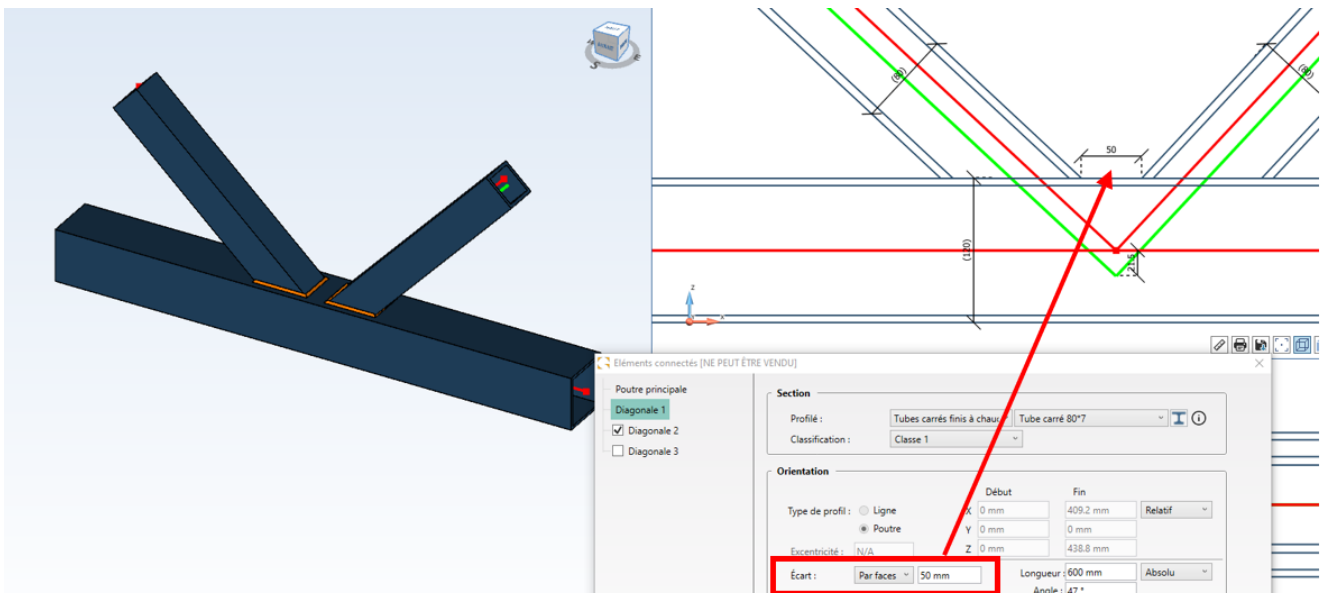
Une membrure modélisée par une section carrée creuse (à gauche) et par une section en I (à droite)

Les nouvelles attaches peuvent être modélisées directement sur le module Steel Connection mais peuvent également être importées depuis le modèle Advance Design. Dans le second cas, outre les données relatives à la géométrie, aux profils et aux matériaux, les efforts internes sont également transférés.

REMARQUE: Comme le mentionne l'Eurocode, l'angle entre la membrure et les diagonales ne peut être inférieur à 30 degrés. Cette restriction de l'Eurocode est imposée dans Advance Design et dans le module autonome - si l'angle est inférieur à 30 degrés, l'attache n'est pas générée dans Advance Design, tandis que dans le module autonome, l'angle est recalculé.

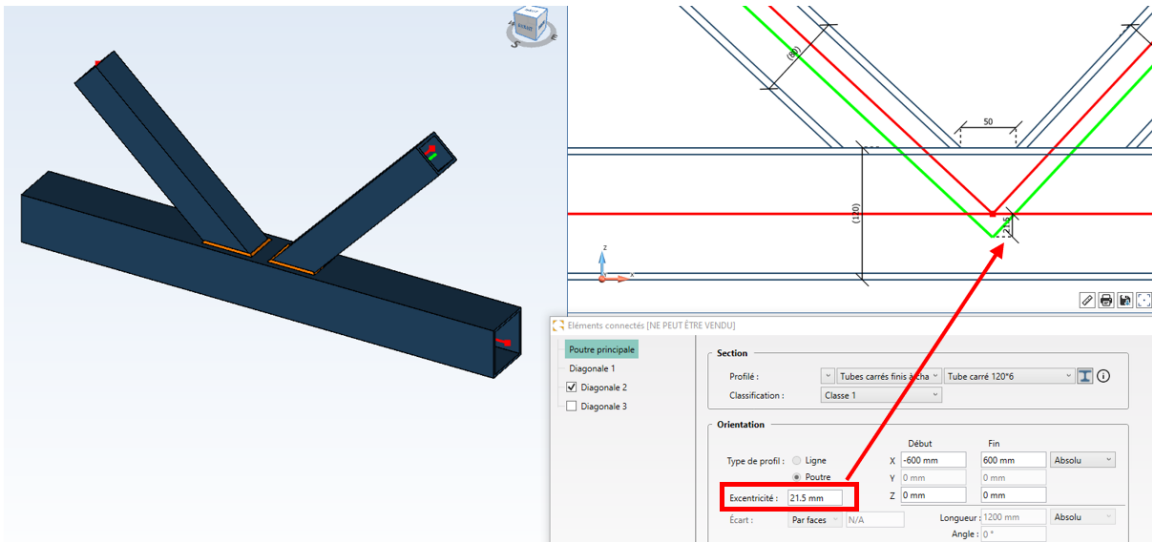
Que l'attache soit entièrement définie dans le module ou importée à partir d'un modèle MEF, les détails relatifs à la position des diagonales peuvent être modifiés à partir du module.

Par exemple, le décalage entre les axes et les bords des éléments, qui peut être différent de celui résultant de la modélisation axiale typique des éléments dans un modèle d'éléments finis, peut être modifié à partir de la définition des diagonales.



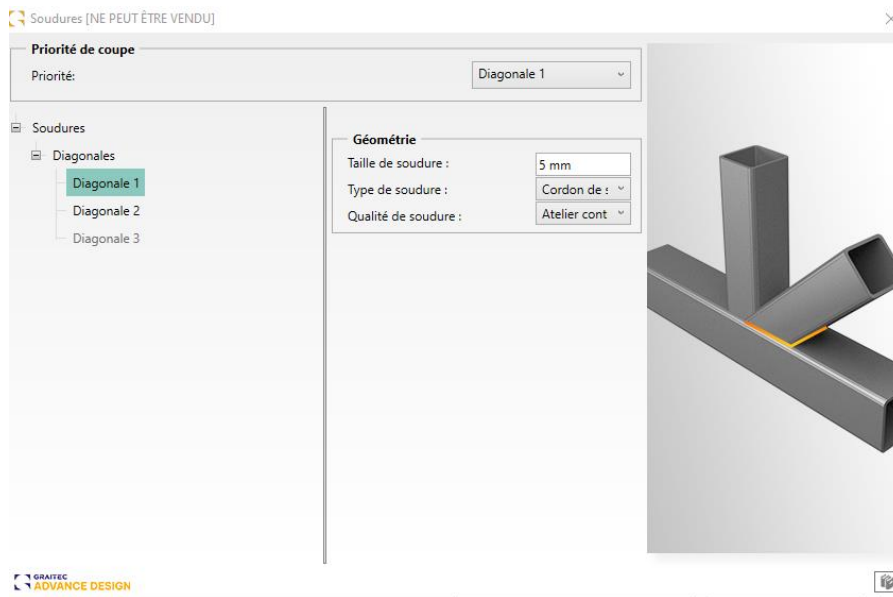
Modification de l'écart entre les diagonales

De plus, l'excentricité de la poutre principale peut être contrôlée à partir de la boîte de dialogue de l'élément.



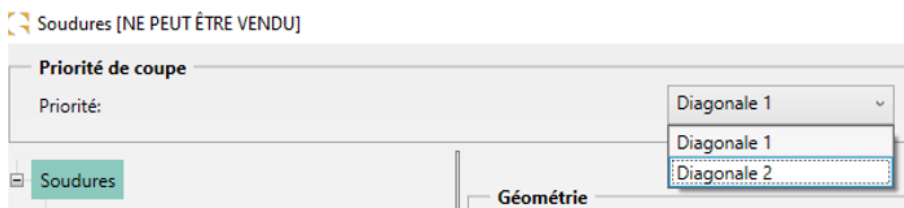
Excentricité de la poutre principale

Les éléments de cette catégorie d'attaches sont assemblés par des soudures, de sorte que l'utilisateur peut facilement régler leurs paramètres.



Paramètres de soudure

Dans la boîte de dialogue Soudures, l'utilisateur peut définir quelle diagonale est coupée ou non en définissant l'option "Priorité de coupe".



Priorité de coupe

Un nouveau paramètre a été ajouté dans les hypothèses de calcul : le coefficient de sécurité partiel pour la résistance des attaches dans les poutres treillis à section creuse γ_{M5} , avec une valeur par défaut de 1. La valeur peut être modifiée si nécessaire.

Hypothèses de calcul [NE PEUT ÊTRE VENDU]

Corrosion de l'acier : EN10025_5

Plan de vérif. du cisaillement : Fileté

Tronçon en T mode de ruine : Méthode 1

Tronçon en T : Limite zone tendue : Auto

Réduction - non conformité filetage EN 1090 : 1

Méthode de calcul des soudures : Simplifié

Calcul des soudures : Moment réel

Combinaisons : Enveloppes

Coefficients de sécurité : Imposé

Y M0 : 1 Y M2s : 1.25

Y M1 : 1 Y c : 1.5

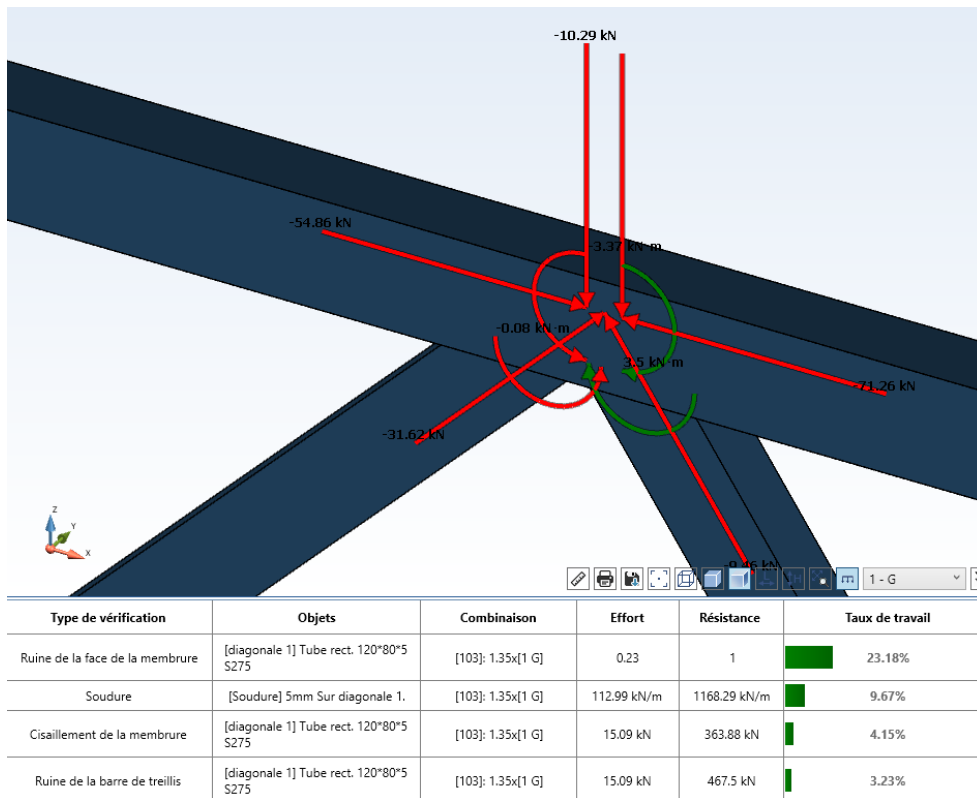
Y M2 : 1.25 Y M3ser : 1.1

Y M3 : 1.25 Y M7 : 1.1

Y M5 : 1

GRAITEC ADVANCE DESIGN

Une fois les charges saisies (ou importées d'un modèle dans Advance Design), les calculs peuvent être effectués. Les informations de base sur les résultats de la vérification sont disponibles dans le panneau d'information.



Résultats de base accessibles rapidement dans le panneau d'information

Les analyses comprennent toutes les vérifications requises conformément à la norme EN 1993-1-8, y compris les vérifications des soudures en tenant compte de la géométrie de la liaison et de la largeur efficace de la soudure.

De plus amples détails sur les calculs peuvent être trouvés dans la note. Elle contient une description détaillée des données, ainsi qu'un ensemble de résultats, pour la plupart desquels des descriptions détaillées et des formules sont disponibles.

Note Ferme treillis soudée

Taux de travail maximum	23.18 %	Réussi
-------------------------	---------	--------

Sommaire

1	Description de l'assemblage.....	5
2	Description des combinaisons de charges.....	6
3	Hypothèses de calcul.....	7
4	Limites de validité.....	7
4.1	Range of validity for diagonal 1 - K node type.....	8
4.2	Range of validity for diagonal 2 - K node type.....	8
5	Ruine de la face de la membrure.....	9
5.1	Défaillance de la face de la membrure(Nœud de type K).....	9
5.1.1	Résistance axiale.....	9
5.1.2	Résistance en flexion.....	10
5.1.3	Flexion composée.....	11
5.2	Défaillance de la face de la membrure(Nœud de type Y).....	12
5.2.1	Résistance axiale.....	12
5.2.2	Résistance en flexion.....	13
5.2.3	Flexion composée.....	13
6	Cisaillement de la membrure.....	14
6.1	Cisaillement de la membrure(Nœud de type K).....	14
6.1.1	Résistance axiale.....	14
6.1.2	Résistance axiale entre les nœuds.....	15
7	Flambement de la paroi latérale de la membrure.....	16
7.1	Flambement de la paroi latérale de la membrure(Nœud de type Y).....	16
7.1.1	Résistance axiale.....	16
8	Ruine de la barre de treillis.....	17
8.1	Défaillance du contreventement(Type de nœud K).....	17
8.1.1	Résistance axiale.....	17
8.2	Défaillance du contreventement(Type de nœud Y).....	18
8.2.1	Résistance axiale.....	19
9	Écrasement de la paroi latérale de la membrure.....	19
9.1	Écrasement de la paroi latérale de la membrure(Nœud de type Y).....	19
9.1.1	Résistance en flexion.....	19
10	Vérification des soudures.....	20
10.1	Calcul des soudures - Notes explicatives.....	20
10.2	Groupe de soudures reliant première diagonale et élément principal.....	21

Table des matières d'une note d'attache

Projet : _____ Date : 06-09-2023

g	α	b_0	t_0	b_b	A_v
(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)
20	0.21	100	5	150	1606

f_{th}	A_v	θ_1	N_{thd}	N_{thd}
(MN/m ²)	(mm ²)	(°)	(kN)	(kN)
275	1606	44.48	363.88	15.09

En remplaçant les valeurs ci-dessus, la vérification devient :
 $|15.09 \text{ kN}| \leq 363.88 \text{ kN}$
Taux de travail : 4.15 % Réussi

Vérification de la relation pour la diagonale 2 :
 $N_{thd} \leq N_{thd}$
 $N_{thd} = -12.77 \text{ kN}$
 $N_{thd} = \frac{f_{th} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin(\theta_1)} / \gamma_{thd}$ EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 où
 $A_v = (2 \cdot b_0 + \alpha \cdot b_b) \cdot t_0$ EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}}$ EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 $\gamma_{thd} = 1$

g	α	b_0	t_0	b_b	A_v
(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)
20	0.21	100	5	150	1606

f_{th}	A_v	θ_1	N_{thd}	N_{thd}
(MN/m ²)	(mm ²)	(°)	(kN)	(kN)
275	1606	55.91	307.88	-12.77

En remplaçant les valeurs ci-dessus, la vérification devient :
 $|-12.77 \text{ kN}| \leq 307.88 \text{ kN}$
Taux de travail : 4.15 % Réussi

6.1.2 Résistance axiale entre les nœuds
 $N_{t,d} \leq N_{t,Rd}$
 $N_{t,d} = \max(|T_{t,d} + T_{t,s}|, |T_{t,d} + T_{t,s}|) = 10.77 \text{ kN}$
 où
 $T_{t,d}$ - effort axial dans la membrure (côté droit)
 $T_{t,s}$ - effort axial dans la membrure (côté gauche)
 $T_{t,s}$ - Composante de l'effort dans la direction de la membrure à partir de la diagonale du côté droit

Advance Design Steel Connection 2024 Page 15 de 26

Projet : _____ Date : 06-09-2023

$T_{t,s}$ - Composante de l'effort dans la direction de la membrure à partir de la diagonale du côté gauche

$$N_{t,Rd} = \left[(A_s - A_v) \cdot f_{td} + A_v \cdot f_{td} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{N_{t,d}}{V_{pl,Rd}} \right)^2} \right] / \gamma_{t,Rd}$$
 EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 où
 $A_s = (2 \cdot b_0 + \alpha \cdot b_b) \cdot t_0$ EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot g^2}{3 \cdot t_0^2}}}$ EN 1993-1-8 Tableau 7.12
 $\gamma_{t,Rd} = 1$

g	α	b_0	t_0	b_b	A_v
(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)
20	0.21	100	5	150	1606

f_{th}	A_v	A_b	$V_{pl,Rd}$	$V_{pl,Rd}$	$N_{t,Rd}$	$N_{t,Rd}$
(MN/m ²)	(mm ²)	(mm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
275	1606	2340	10.57	254.96	643.12	10.77

En remplaçant les valeurs ci-dessus, la vérification devient :
 $|10.77 \text{ kN}| \leq 643.12 \text{ kN}$
Taux de travail : 1.67 % Réussi

7 Flambement de la paroi latérale de la membrure
7.1 Flambement de la paroi latérale de la membrure (Nœud de type Y)
 Combinaison : [102] : 1s[1 G]
 La condition de chargement suivante est utilisée :
 Diagonale 1


Tz	M	Tx
(kN)	(kN·m)	(kN)
-29.98	-0.04	30.53

Membrure - gauche

Tz	M	Tx
(kN)	(kN·m)	(kN)
-10.29	-3.37	54.86

Membrure - droite

Tz	M	Tx
(kN)	(kN·m)	(kN)
40.27	3.41	-85.39



Convention pour les charges dans les diagonales et les membrures

7.1.1 Résistance axiale
 Vérification de la relation pour la diagonale 1 :
 $\beta = \frac{b_0}{b_b} = \frac{80 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0.8$ EN 1993-1-8 1.5(6)

Advance Design Steel Connection 2024 Page 16 de 26

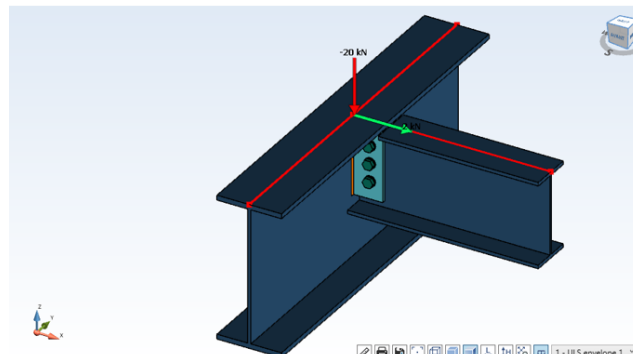
Quelques pages de la note de résultats

REMARQUE: Il s'agit de la première version du module avec des attaches en treillis soudées, et il est prévu de développer davantage la gamme d'options, de configurations et de résultats disponibles dans les prochaines versions du module. L'une des options non disponibles pour ces attaches dans la version actuelle est le plan.

15.2. Amélioration du panneau d'information pour les attaches par plat

Vérification plus aisée des attaches grâce à des informations critiques sur les éléments.

Dans le cas des attaches par plat de cisaillement (attaches d'extrémité de poutre dans lesquelles l'élément de liaison est une platine ou une nervure travaillant en cisaillement), une nouvelle colonne est ajoutée au panneau d'information pour indiquer l'élément sur lequel la vérification est effectuée. Grâce à cela, il est beaucoup plus facile de vérifier quel élément est déterminant pour une vérification donnée, sans avoir à consulter la note.



Type de vérification	Objets	Combinaison	Effort	Résistance	Taux de travail
Vérification de la pression diamétrale des boulons	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	-8.25 kN	40.53 kN	20.36%
Cisaillement de bloc	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	20 kN	98.92 kN	20.22%
Boulon en cisaillement	[Boulons] M16 8.8 sur poutre se	[1] - ULS enveloppe 1	10.61 kN	60.29 kN	17.6%
Cisaillement ultime	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	-20 kN	137.04 kN	14.59%
Platification au cisaillement	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	-20 kN	169.67 kN	11.79%
Soudure	[Soudure] 4mm sur platine de cisaillement	[1] - ULS enveloppe 1	53.54 kN/m	831.38 kN/m	6.44%
Interaction cisaillement/flexion	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	1.77 kN-m	33.77 kN-m	5.25%
Effort normal et de flexion (section nette)	[Poutre sec.] IPE240 S235	[1] - ULS enveloppe 1	5.78 MN/m ²	235.00 MN/m ²	2.46%

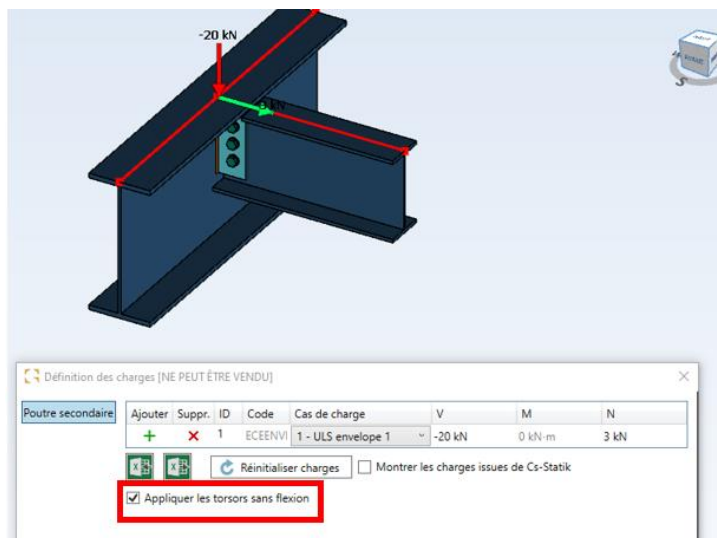
Nouvelle colonne dans le panneau d'information

15.3. Nouvelle option pour ignorer le moment de flexion dans le calcul des poutres articulées

Plus de contrôle sur le type d'efforts utilisés pour les vérifications.

Pour les attaches où les poutres sont articulées sur les ailes du poteau ou sur les poutres, comme les plats de cisaillement ou les cornières, la position de l'effort en V influence le calcul. Cette situation est souvent rencontrée, en particulier lorsque les efforts sont importés d'un modèle Advance Design.

Dans la pratique, le moment est considéré comme nul au niveau de la face du poteau ou de la poutre. Pour contrôler ce comportement dans le module Steel Connection, une nouvelle option a été ajoutée dans la boîte de dialogue de définition des charges :



Nouvelle option pour les attaches articulées

Si cette option est cochée, la valeur du moment de flexion de l'onglet Définition des charges ne sera pas prise en compte dans le calcul.