

SCIENGINEER



Charges

Manuel

Contacts	12
Charges – Introduction	13
Types de charges	14
Types de charges – Introduction	14
Charge ponctuelle au nœud	14
Charge ponctuelle sur une barre	15
Charge répartie sur une barre	16
Charge linéique sur le bord d'une dalle	18
Charge répartie sur une dalle	20
Moment sur un nœud	21
Moment sur une barre	21
Moment réparti sur une barre	22
Moment réparti sur bord	22
Température sur une barre	23
Courbe de distribution de température	24
Pour ajouter une nouvelle courbe de distribution de température	26
Pour importer une courbe de distribution de température prédéfinie (selon une norme)	27
Charge thermique sur une dalle	27
Déplacement d'appui	28
Déplacement relatif sur une barre	28
Rotation d'un appui	29
Rotation d'un point sur une barre	30
Déformation axiale	31
Rotation repartie	31
Déformation et courbure d'une dalle	32
Charge d'eau - accumulation d'eau	35
Pression de sol et pression d'eau	37
Pour définir la pression de sol/ d'eau	38
Pression interne	40
Efforts internes non calculés dans le modèle	41
Pour introduire des efforts internes non calculés	44
Charges dynamiques	44

Charge harmonique	44
Charge sismique	44
Sismicité générale	46
Détachement tourbillonnaire - Vibrations de Von Karman	46
Charges libres	47
Introduction aux charges libres	47
Charge libre ponctuelle	51
Charge de type moment libre	52
Charge libre linéique	52
Charge libre surfacique	52
Input, display and modification of free loads	53
Direction de la charge	57
Direction des charges	57
Définir une nouvelle charge	60
Définition d'une nouvelle charge ponctuelle sur un nœud	60
Pour définir une nouvelle charge ponctuelle sur un nœud	60
Définition d'une nouvelle charge ponctuelle sur une barre	60
Pour définir une nouvelle charge ponctuelle sur une barre	60
Définition d'une nouvelle charge répartie sur une barre	61
Pour définir une nouvelle charge répartie sur une barre	61
Définition d'une nouvelle température sur une barre	61
Pour définir une nouvelle charge thermique :	61
Définition d'une nouvelle charge linéique sur le bord d'une dalle	61
Pour définir une nouvelle charge linéique sur le bord d'une dalle :	61
Définition d'une nouvelle charge répartie sur une dalle	62
Pour définir une nouvelle charge répartie sur une dalle :	62
Définition d'une nouvelle charge thermique sur une dalle	62
Pour définir une nouvelle charge thermique sur une dalle :	62
Définition d'une nouvelle charge libre ponctuelle	62
Pour définir une nouvelle charge libre ponctuelle :	62
Définition d'une nouvelle charge libre linéique	63
Pour définir une nouvelle charge libre linéique :	63

Définition d'une nouvelle charge libre répartie	63
Pour définir une nouvelle charge libre répartie :	63
Définition d'une nouvelle déformation d'une dalle	63
Pour définir une nouvelle déformation d'une dalle :	63
Définition rapide de certaines charges	63
Pour définir rapidement des types de charges spécifiques	64
Modifier une charge existante	65
Modification des paramètres d'une charge	65
Déplacement d'une charge	65
Copie d'une charge	65
Suppression d'une charge	65
Modification de la forme d'une charge libre	65
Pour modifier la géométrie d'une charge libre	65
Cas de charge	66
Cas de charge – Introduction	66
Gestionnaire des cas de charge	66
Définition d'un nouveau cas de charge	67
Pour définir un nouveau cas de charge	67
Définition des paramètres d'un cas de charge	67
Utilisation des cas de charge	70
Pour définir un cas de charge dans le service Charges	70
Pour définir le cas de charge affiché à l'aide du bouton de contrôle de la fenêtre	70
Cas de charge dynamiques	71
Cas de charge dynamiques	71
Définition d'un nouveau cas de charge dynamique	71
Defining a new load case for general dynamics	72
Définir un cas de charge harmonique	72
Définition d'un cas de charge sismique	73
Méthode SRSS avec plusieurs modes	74
Redistribution de la masse manquante dans les modes connus	75
La masse manquante est définie sous la forme d'un mode supplémentaire calculé comme un cas de charge statique équivalent.	76
Définition du spectre sismique	77

Spectre sismique général	77
Spectre sismique national	78
Seismic spectrum IBC 2006	78
Groupe de charges	81
Groupes de charges	81
Gestionnaire de groupes de charges	81
Définition d'un nouveau groupe de charges	81
Pour définir un nouveau groupe de charges	82
Utilisation d'un groupe de charges	82
Combinaisons de cas de charge	84
Principe	84
Combinaisons de cas de charge	85
Gestionnaire de combinaisons de cas de charge	87
Définition d'une nouvelle combinaison	88
Pour définir une nouvelle combinaison	89
Combinaisons éclatées	89
Clé des combinaison	90
Exemple	91
Combinaisons de cas de charge selon EC	95
Load case combinations to ČSN	100
Combinaisons de cas de charges selon NEN	102
Combinaisons pour les ponts EN 1990	105
Disclaimer	105
Introduction	105
Combinaisons pour les ponts	106
Règles de combinaison pour les bâtiments :	132
Règles de combinaison pour les ponts routiers :	133
Règles de combinaison pour les passerelles :	135
Règles de combinaison pour les ponts ferroviaires :	136
Autres fonctionnalités	146
Exemple	151
Combinaisons avancées de cas de charge	166

Combinaisons non linéaires	166
Aucune	167
Courbure simple	167
Selon les données de flambement	167
Aucune	167
Inclinaison simple	167
Fonctions d'inclinaison	167
Déformation à partir du cas de charge	168
Combinaison de stabilité	168
Non-linear combination used as a load case in a linear combination	169
Classes de résultats	170
Classes de résultats	170
Gestionnaire de classes de résultats	170
Définition d'une nouvelle classe de résultats	170
Pour définir une nouvelle combinaison	170
Utilisation d'une classe de résultats	171
Générateurs de charges	172
Introduction	172
Générateur de vent	172
Générateur de vent	172
Types de charges de vent	172
Utiliser le générateur de vent	175
Définir les paramètres du générateur de vent	176
Exemple d'application du générateur de vent	178
Générateur de charges de vent 3D	184
Générateur de charges de vent 3D	184
Génération automatique de cas de charges	189
Définition manuelle des cas de charge	190
Bouton Lancer le générateur	193
Générateur de neige	194
Générateur de neige	194
Types de charges de neige	194

Utiliser le générateur de neige	195
Définir les paramètres du générateur de neige	195
Poids de neige selon l'EC1	197
Générateur de neige et de vent	198
Générateur de neige et de vent	198
Générateur de charges surfaciques	199
Introduction	199
Principe du générateur surfacique	200
Paramètres de la charge surfacique	200
Définir une nouvelle charge surfacique	200
Introduire le polygone de chargement	201
Modification du polygone	204
Zone d'eau	207
Introduction aux eaux stagnantes	207
Charge d'eau - accumulation d'eau	207
Définition d'une nouvelle charge d'eaux stagnantes	210
Fondements théoriques	211
Charges par travées	213
Introduction	213
Qu'est-ce qu'une travée	214
Types de travées	214
Travées définies par une polygone	214
Travées définies par des noeuds liés	215
Utilisation pratique	219
Définir une nouvelle charge par travée	219
Changer la travée d'une charge	222
Modifier la longueur de la travée	222
Copier la charge par travée vers une autre barre	224
Copier des barres soumises r des charges par travées	225
Charges prédéfinies	226
Introduction aux charges prédéfinies	226
Gestionnaire de charges prédéfinies	226

Définition d'une nouvelle charge prédéfinie	226
Pour définir une nouvelle charge prédéfinie	226
Modification de la charge prédéfinie	227
Application de la charge prédéfinie	228
Pour appliquer une charge prédéfinie	228
Conventions de saisie et d'affichage pour les charges prédéfinies	228
Panneaux de charge	231
Types de panneaux	231
Répartition de la charge sur les nœuds, les bords et les poutres du panneau	231
Répartition de la charge sur les nœuds	232
Répartition de la charge sur les bords	235
Répartition de la charge sur les bords et les poutres	238
Panneau avec poutres parallèles	243
Charge mobile	249
Introduction	249
Breve introduction a la théorie	249
Lignes d'influence	249
Application d'une charge mobile	250
Généralités	250
Système de charge simple	250
Système de charge avancé	250
Détermination de l'effet maximal d'une charge répartie	251
Détermination de l'effet maximal des charges ponctuelles	253
Un groupe de charges	253
Deux groupes de charges	253
Plus de 2 groupes de charges	253
Détermination de l'effet maximal d'une combinaison de charges réparties et ponctuelles	253
Paramètres utilisés pour déterminer l'effet maximal	253
Point de référence	253
Longueur du déplacement limite (trajectoire limite)	253
Changement de signe	253
Surface d'une zone	254

Coefficient d'impact	254
Facteur mobile	254
Pourcentage d'influence des charges sur la ligne d'influence négative	254
Trajectoire	254
Définition d'une nouvelle trajectoire	254
Modification d'une trajectoire existante	255
Suppression d'une trajectoire existante	255
Charges unités	255
Charges unités	255
Gestionnaire de charges unités	256
Définition d'une nouvelle charge unité	256
Paramètres de la charge	257
Systèmes de charges	257
Systèmes de charges	257
Gestionnaire de systèmes de charges mobiles	258
Système de charge simple	258
Système de charge avancé	259
Paramètres additionnels pour un (1) groupe de charges ponctuelles	260
Paramètres additionnels pour deux (2) groupes de charges ponctuelles	260
Paramètres additionnels pour trois (3) groupes de charges ponctuelles	261
Définition d'un nouveau système de charge	261
Cas de charges générés	261
Théorie	261
Gestionnaire de cas de charges générés	262
Configuration d'une nouvelle définition pour la génération des cas de charge	262
Parcours limité	262
Paramètres supplémentaires	263
Sélections des éléments	263
Composants	263
Procédure de calcul et d'évaluation	264
Procédure de calcul et d'évaluation	264
Calcul des lignes d'influence	264

Analyse des lignes d'influence calculées	265
Fenêtre graphique	265
Description	265
Barre / Appui / Nœud / Élément 2D	265
Profil	266
Position	266
Type	266
Facteur de multiplication	266
Bouton Régénérer	266
Bouton Document	266
Calcul avec les lignes d'influences	266
Définition d'un système de charge	266
Exécution du calcul du projet	266
Combinaison avec des cas de charge standard	267
Evaluation	267
Évaluation de l'utilisation	267
Schémas de chargement (Train de charges)	267
Train de charges	267
Train de charges unique	267
Train de charges en mouvement	267
Gestionnaire des schémas de chargement	267
Arborescence	268
Menu	268
Service Charges (dans le cadre de la procédure de définition d'un train de charges unique)	268
Définition du train	268
Paramètres d'un point	269
Paramètres d'une ligne	269
Paramètres d'un rectangle	270
Paramètres d'un point de rotation	271
Définition de la trajectoire	272
Définition d'un train de charges unique	273
Génération de charges à partir d'un train se déplaçant le long d'une trajectoire	274

Sample input of a load pattern on a track	275
---	-----

Contacts

SCIA nv Industrieweg 1007 3540 Herk-de-Stad Belgium	SCIA Nederland B.V. Wassenaarweg 40 6843 NW ARNHEM Netherlands
Nemetschek do Brasil Rua Dr. Luiz Migliano, 1986 - sala 702 , CEP SP 05711-001 São Paulo Brazil	Nemetschek Scia North America 7150 Riverwood Drive 21046 Columbia, MD United States
SCIA France sarl Centre d'Affaires, 29 Grand' Rue 59100 Roubaix France	Nemetschek Scia Swiss Branch Office Dürenbergstrasse 24 3212 Gurmels Switzerland
SCIA CZ s.r.o. Brno Slavičkova 827/1a 638 00 Brno Czech Republic	SCIA CZ s.r.o. Prague Evropská 2591/33d 160 00 Praha 6 Czech Republic
SCIA SK, s.r.o. Murgašova 1298/16 010 01 Žilina Slovakia	
Scia Datenservice Dresdnerstrasse 68/2/6/9 1200 WIEN Austria	Scia Software GmbH Technologie Zentrum Dortmund, Emil-Figge-Str. 76-80 44227 Dortmund Germany

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

© Copyright 2016 SCIA nv. Tous droits réservés.

Document créé le 27 / 05 / 2016

SCIA Engineer 16.0

Charges – Introduction

Les charges représentent probablement la partie la plus importante du modèle. Il convient donc d'être toujours très attentif lors de l'introduction des charges auxquelles la structure est soumise.

Scia Engineer propose un ensemble d'outils destinés à faciliter cette tâche importante. Le programme prend en charge un très grand nombre de types de charges (force concentrée, moment linéaire, charge thermique, etc.), mais permet également de gérer les charges de manière simple et efficace à l'aide de [cas de charge](#), de [groupes de charges](#), de [combinaisons de cas de charge](#) et de [classes de résultats](#). Chacun de ces sujets est décrit en détail dans un chapitre distinct.



Remarque 1 : Un cas de charge courant est le type **Poids propre**, il n'est pas possible d'y définir de charges. Dès lors, si le service **Charges** est appelé avec un cas de charge **Poids propre** actif, le menu reste vide.



Remarque 2 : Le service **Charges** contient une liste reprenant des types de charges nombreux et variés. Le contenu de cette liste dépend de nombreux facteurs. D'une part, le [Niveau standard](#) de l'interface utilisateur peut masquer certaines charges complexes. D'autre part, le cas de charge actif contrôle les types de charges individuelles dans la liste.

Types de charges

Types de charges – Introduction

Les types de charges disponibles dans un projet particulier dépendent du type de projet (2D, 3D, etc.) et des [Fonctionnalités](#) du projet. En général, les charges applicables dans Scia Engineer sont divisées selon les groupes suivants :

Son poids propre	Poids de la structure
Force et moment	Introduit l'action de forces externes
Charge thermique	Prend en compte des températures différentes à des endroits différents
Charge climatique	Modélise les effets de phénomènes climatiques (vent, neige)
Déplacement de points spécifiques	Introduit l'effet de déplacements imposés à des points spécifiques de la structure

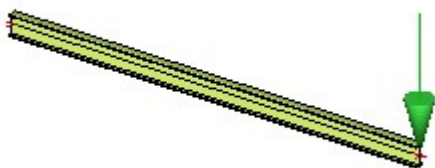
Le nombre de types de charges disponibles est conséquent. Pour simplifier l'utilisation du programme, plusieurs types peuvent être "désactivés" par l'utilisateur. Cela simplifie le menu du programme. Par défaut, seuls les types de charges de base sont proposés par le programme. Pour définir des types de charges plus évolués, il faut sélectionner l'option appropriée dans les [Fonctionnalités](#).

Remarque : Le style d'affichage des charges est défini par les [paramètres d'affichage](#). Par défaut, le service **Charges** active les paramètres d'affichage relatifs aux charges. Dès lors, tant que vous êtes dans ce service, les charges s'affichent automatiquement. Cependant, dès que vous fermez le service **Charges**, le programme retourne aux paramètres d'affichage standard. Si les paramètres d'affichage des charges sont désactivés, les charges définies disparaissent de l'écran. Elles NE disparaissent PAS du projet ; Simplement, elles ne sont plus affichées. Pour visualiser les charges, même en dehors du service **Charges**, activez les [paramètres d'affichage](#) appropriés.

Charge ponctuelle au nœud

Les paramètres d'une charge répartie sur une barre sont les suivants :

Nom	Identifie la charge.
Direction	Définit la direction de base de la charge. La direction peut être définie ultérieurement dans l'onglet Angle .
Type	Une charge ponctuelle peut être une force, une charge de vent, une charge de neige ou une charge prédéfinie.
Angle	Définit l'angle d'inclinaison de la charge par rapport à sa direction de base.
Valeur	Valeur de la charge.
Système	Indique le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée. Pour plus d'informations sur la définition d'un système de coordonnées local au nœud, voir le chapitre Géométrie > Nœuds > Définition d'un système de coordonnées local au nœud .



Direction et angle

Les options **Direction** et **Angle** peuvent être combinées pour définir l'orientation requise de la charge. La **Direction** définit la direction de base. L'**Angle** définit l'inclinaison éventuelle de la charge par rapport à sa direction de base.

La syntaxe pour l'option **Angle** est :

R[axe de rotation][angle]

Exemple : Rx30 signifie que la charge est inclinée de 30 degrés par rapport à l'axe X. Rz-20 signifie que la charge est inclinée de - 20 degrés par rapport à l'axe Z. L'unité d'angle est définie dans les [Unités](#).

Valeur

La signification de **Valeur** dépend du **Type** de charge.

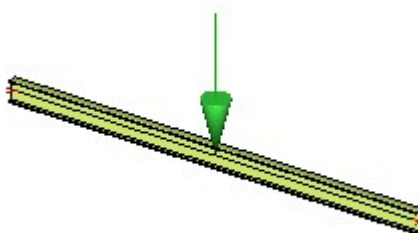
- Pour les **Forces**, la **Valeur** est la valeur réelle de la charge.
- Pour une charge de **Vent**, la **Valeur** représente la zone de chargement. La pression de vent réelle est donnée par les courbes de vent définies dans les [paramètres du projet](#).
- Pour une charge de **Neige**, la signification est similaire à la charge de **Vent**.
- Pour une [charge prédéfinie](#), la signification est analogue à la charge de **Vent**.

Charge ponctuelle sur une barre

Certains paramètres de ce type de charge sont identiques à ceux d'une [Force ponctuelle au nœud](#).

Des paramètres définissant la position de la charge sur la barre doivent également être fixés :

Position x	Définit la position de la charge sur la barre.
Définition des coordonnées	Définit le positionnement. Celui-ci peut être absolu ou relatif.
Origine	Indique l'origine pour la mesure des coordonnées.
Répéter	Définit le nombre de forces agissant sur la barre. Si le nombre est plus grand que 1, les forces sont distribuées uniformément sur la barre.
Delta x	Définit la distance entre deux forces. (disponible seulement si Répéter est plus grand que 1)
Excentricité ey	Définit l'excentricité dans la direction Y.
Excentricité ez	Définit l'excentricité dans la direction Z.



Définition des coordonnées

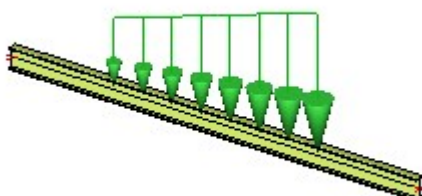
La position de la charge sur la barre peut être définie en coordonnées absolues ou relatives. Si les coordonnées absolues sont sélectionnées, la distance est définie dans les unités de longueur réelles du projet. Dans le cas des coordonnées relatives, la position de la charge sur la barre est définie par une valeur de l'intervalle $<0, 1>$. Dans les deux cas, la distance est mesurée depuis le point défini dans l'option **Origine**.

Charge répartie sur une barre

Une charge linéique modélise une charge répartie sur une barre. Elle peut s'appliquer le long de toute la barre ou seulement sur une partie de celle-ci. Les paramètres d'une charge répartie sur une barre sont les suivants :

Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge. La direction peut être définie ultérieurement dans l'onglet Angle.
Type	Une charge ponctuelle peut être une force, une charge de vent, une charge de neige ou une charge prédéfinie.
Angle	Définit l'angle d'inclinaison de la charge par rapport à sa direction de base.
Distribution	La charge peut être constante le long de la barre ou linéairement variable (trapézoïdale).
Valeur	Spécifie la valeur de la charge.
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.
Semelle inférieure	Définit la distribution de la charge sur une poutrelle intégrée (voir Chargement excentré ci-dessous).
Charge au-dessus du joint	Si cette fonction est activée, cet effort sera pris en compte dans le contrôle de la contrainte de cisaillement longitudinal dans le joint. Significatif seulement pour les sections construites par phases.
Facteur Q	Définit le facteur de Chargement excentré (voir ci-dessous).
Position	Spécifie si la charge est "placée directement sur une barre inclinée" ou si la "projection sur plan" est définie. (Cette option ne concerne que les charges définies dans un SCG.)
Position x1	Définit la position du début de la charge sur la barre.
Position x2	Définit la position de la fin de la charge sur la barre.
Définition des coordonnées	Définit le positionnement. Celui-ci peut être absolu ou relatif.

Origine	Indique l'origine pour la mesure des coordonnées.
Excentricité ey	Définit l'excentricité dans la direction Y.
Excentricité ez	Définit l'excentricité dans la direction Z.



Direction et angle

Les options **Direction** et **Angle** peuvent être combinées pour définir l'orientation requise de la charge. La **Direction** définit la direction de base. L'**Angle** définit l'inclinaison éventuelle de la charge par rapport à sa direction de base.

La syntaxe pour l'option Angle est :

R[axe de rotation][angle]

Exemple : Rx30 signifie que la charge est inclinée de 30 degrés par rapport à l'axe X. Rz-20 signifie que la charge est inclinée de - 20 degrés par rapport à l'axe Z. L'unité d'angle est définie dans les Unités.

Valeur

La signification de **Valeur** dépend du **Type** de charge.

- Pour les **Forces**, la **Valeur** est la valeur réelle de la charge.
- Pour une charge de **Vent**, la **Valeur** représente la surface chargée. La pression de vent réelle est donnée par les courbes de vent définies dans les [paramètres du projet](#).
- Pour une charge de **Neige**, la signification est similaire à la charge de **Vent**.
- Pour une [charge prédéfinie](#), la signification est analogue à la charge de **Vent**.

Système

La définition de la direction de la charge peut être définie :

- dans le système de coordonnées local de la barre,
- dans le système de coordonnées utilisateur sélectionné,
- dans le système de coordonnées globales.

Position

La position dépend des paramètres du **Système**.

Pour les systèmes de coordonnées locales et utilisateur, la position est la **Longueur**.

Cependant, pour une charge définie dans le système de coordonnées globales, une **Projection** peut également être sélectionnée.

Pour plus d'informations, consultez le chapitre [Direction des charges](#).

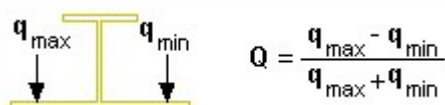
Définition des coordonnées

La position de la charge sur la barre peut être définie en coordonnées absolues ou relatives. Si les coordonnées absolues sont sélectionnées, la distance est définie dans les unités de longueur réelles du projet. Dans le cas des coordonnées relatives, la position de la charge sur la barre est définie par une valeur de l'intervalle $<0, 1>$. Dans les deux cas, la distance est mesurée depuis le point Origine.

Facteur d'excentricité

Le **facteur d'excentricité** peut être défini si l'option **Semelle inférieure** est activée. Le paramètre **Semelle inférieure** n'est utilisé que dans le cas d'une charge répartie appliquée à une **poutrelle intégrée**. Ce paramètre permet de définir la distribution de la charge le long de la semelle inférieure. Si le paramètre Semelle inférieure est activé, un paramètre Q (facteur d'excentricité) peut être défini.

Facteur Q = 0	La distribution est symétrique à la semelle.
Facteur Q = 1	La distribution est asymétrique à la semelle.
Facteur Q = $q_{\max} - q_{\min} / q$	Position générale.



$$Q = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\max} + q_{\min}}$$

Charge linéique sur le bord d'une dalle

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge.
Type	La charge ponctuelle peut être une force, une charge de vent, une charge de neige, le poids propre ou une charge prédéfinie.
Distribution	La charge peut être soit constante le long du bord, soit linéairement variable (trapézoïdale).
Valeur	Spécifie la valeur de la charge.
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.
Position	Spécifie si la charge est placée « directement sur un membre incliné » ou si « la projection sur un plan » est définie. (Applicable seulement pour les charges définies dans un SCG).
Bord	Définit le bord sur lequel la charge est appliquée.
Position x1	Définit la position du début de la charge sur le bord.
Position x2	Définit la position de fin de la charge sur le bord.

Définition des coordonnées	Définit la position. Celle-ci peut être absolue ou relative.
Origine	Indique l'origine pour la mesure des coordonnées.

Valeur

La signification de la **Valeur** dépend du **Type** de charge.

- Pour les **Forces**, la **Valeur** est la valeur réelle de la charge.
- Pour une charge de **Vent**, la **Valeur** représente la surface chargée. La pression de vent réelle est définie par les courbes de vent spécifiées dans les [paramètres du projet](#).
- Pour une charge de **Neige**, la signification est analogue à la charge de **Vent**.
- Pour une [charge prédéfinie](#), la signification est analogue à la charge de **Vent**.

Système

La définition de la direction de la charge peut être définie :

- dans le système de coordonnées locales d'un bord,
- dans le système de coordonnées utilisateur sélectionné,
- dans le système de coordonnées globales.

Position

La position dépend des paramètres du **Système**.

Pour les systèmes de coordonnées locales et utilisateur, la position ne peut être que la **Longueur**.

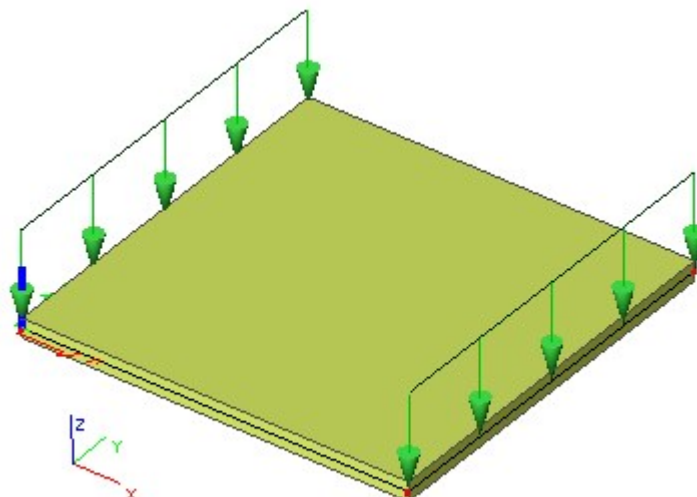
Cependant, pour une charge définie dans le système de coordonnées globales, une **Projection** peut également être sélectionnée.

Pour plus d'informations, consultez le chapitre [Direction des charges](#).

Définition des coordonnées

La position de la charge sur le bord peut être définie en coordonnées absolues ou relatives. Si des coordonnées absolues sont sélectionnées, la distance est définie dans les unités de longueur réelles du projet. Dans le cas de coordonnées relatives, la position de la charge sur le bord est définie par une valeur appartenant à l'intervalle $<0, 1>$. Dans les deux cas, la distance est mesurée depuis le point **Origine**.

Exemple



Charge répartie sur une dalle

La charge répartie est définie sur toute la dalle. Si seule une portion de la dalle est soumise à cette charge, il faut définir une sous-région à l'intérieur de la dalle principale. La [sous-région](#) doit être identique à la zone de chargement. Une [charge libre surfacique](#) peut être appliquée.

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge.
Type	La charge ponctuelle peut être une force, le poids propre ou une charge prédéfinie. Pour plus d'informations, consultez la rubrique Charge linéique sur le bord d'une dalle .
Valeur	Spécifie la valeur de la charge. Pour plus d'informations, consultez la rubrique Charge linéique sur le bord d'une dalle .
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée. Pour plus d'informations, consultez la rubrique Charge linéique sur le bord d'une dalle .

Géométrie

Système

La charge peut agir dans un système de coordonnées local ou global.

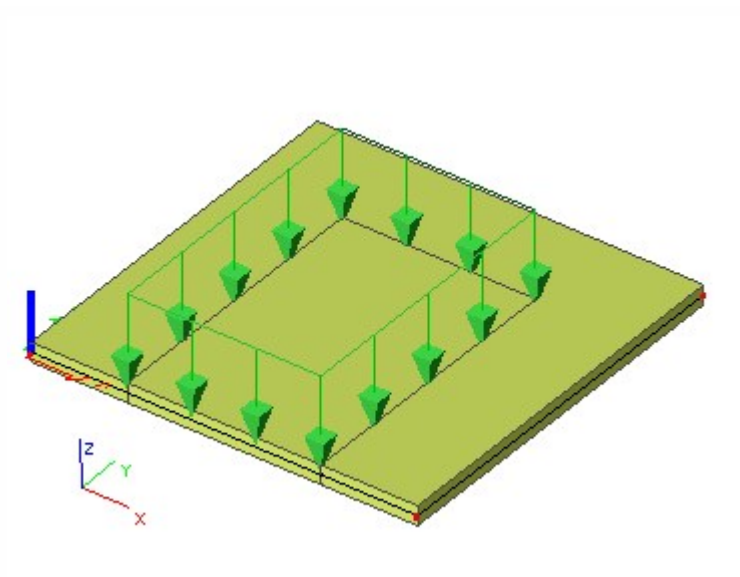
Position

(Disponible uniquement pour le SCG.) La charge peut être définie sur la longueur réelle de l'élément ou, en cas d'éléments inclinés, en tant que charge projetée.

Remarque : Une charge prédéfinie et une charge de neige ont un paramètre de plus dans la table des propriétés : **Coefficient**. La valeur par défaut de ce paramètre est -1 (moins



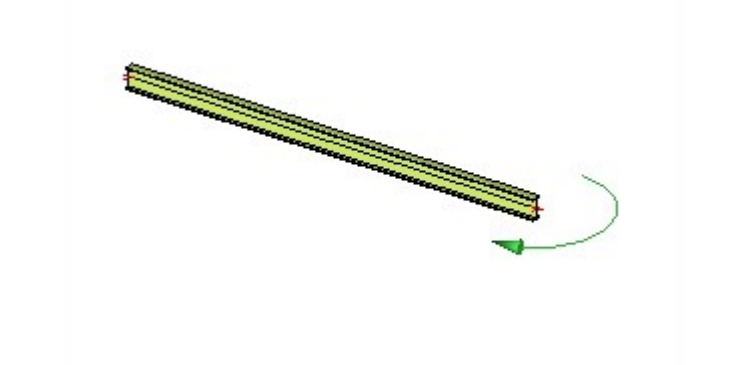
un) pour garantir que les charges définies agiront bien vers le bas et suivant la valeur définie.



Moment sur un nœud

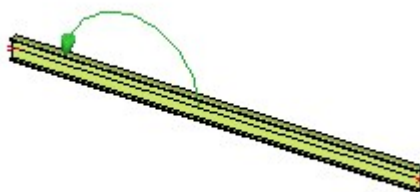
Un nœud de la structure peut être soumis à un moment. La charge est définie par la direction et la taille du moment.

La signification des paramètres est analogue à celle des paramètres d'une [charge ponctuelle sur un nœud](#).



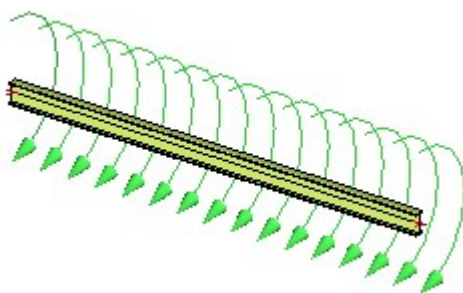
Moment sur une barre

La signification des paramètres individuels est analogue à celle des paramètres d'une [charge ponctuelle sur une barre](#).



Moment réparti sur une barre

La signification des paramètres individuels est analogue à celle des paramètres d'une [charge répartie sur une barre](#).



Moment réparti sur bord

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Définit la direction du moment.
Type	La charge peut uniquement être de type moment.
Distribution	La charge peut être soit uniformément répartie le long du bord, soit linéairement variable (à distribution trapézoïdale).
Valeur	Valeur de la charge.
Système	Indique le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.
Position	Spécifie si la charge est « placée directement sur un membre incliné » ou si « la projection sur un plan » est définie. (Cette option ne concerne que les charges définies dans un SCG.)
Position x1	Définit la position du début de la charge sur le bord.
Position x2	Définit la position de fin de la charge sur le bord.
Définition des coordonnées	Définit le positionnement. Celui-ci peut être absolu ou relatif.
Origine	Indique l'origine pour la position des coordonnées.

Système

La définition de la direction de la charge peut être définie :

- dans le système de coordonnées locales d'un bord,
- dans le système de coordonnées globales.

Position

La position dépend des paramètres du **Système**.

Pour les systèmes de coordonnées locales et utilisateur, la position est la **Longueur**.

Cependant, pour une charge définie dans le système de coordonnées globales, une **Projection** peut également être sélectionnée.

Pour plus d'informations, consultez le chapitre [Direction des charges](#).

Définition des coordonnées

La position de la charge sur le bord peut être définie en coordonnées absolues ou relatives. Si les coordonnées absolues sont sélectionnées, la distance est définie dans les unités de longueur réelles du projet. Dans le cas de coordonnées relatives, la position de la charge sur le bord est définie par une valeur appartenant à l'intervalle $<0, 1>$. Dans les deux cas, la distance est mesurée depuis le point défini dans l'option **Origine**.

Température sur une barre

Distribution de la charge thermique

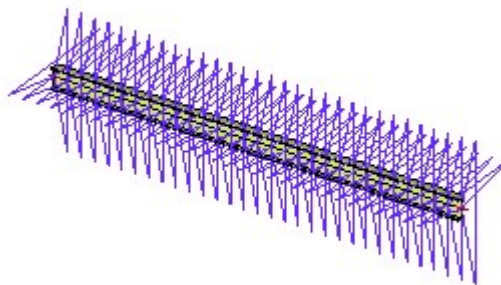
Constante	La charge est définie au moyen d'une seule valeur. La valeur spécifie l'échauffement auquel l'élément 1D est soumis.
Linéaire	La charge est définie au moyen d'un ensemble de quatre valeurs. Chaque valeur définit la température d'un côté (haut, gauche, bas, droit) de l'élément 1D.
Courbe de distribution thermique	Si cette option est activée, la charge est définie suivant la courbe de distribution thermique spécifiée.

Paramètres de la courbe de distribution thermique

Direction dans le SCL de la section	Définit la direction d'où « provient » la chaleur, c'est-à-dire la face de la barre exposée au feu.
Courbe de distribution de température	Courbe de distribution de température utilisée pour déterminer la charge finale.

Nombre de couches dans la section	La distribution réelle de la chaleur sur la section est généralement non linéaire (définie par la courbe de distribution de température). Toutefois, l'algorithme de calcul nécessite une distribution linéaire, c'est pourquoi le programme doit transformer la courbe en trapèze. Ce paramètre permet de contrôler la précision de cette approximation. Plus la valeur saisie est élevée, plus l'approximation est précise et plus le calcul exige des ressources (et prend du temps). La valeur de ce paramètre peut être comprise entre 5 et 50.
--	---

La signification des paramètres du groupe **Géométrie** est identique à celle des paramètres d'une [Charge répartie sur une barre](#).



Courbe de distribution de température

Une charge thermique peut être définie par une courbe de distribution de la chaleur sur l'ensemble de la section d'un élément.

Lorsqu'un élément est exposé au feu, un côté de la section est directement exposé à la source de chaleur. La température à laquelle l'intérieur de la section est exposé diminue de pair avec la distance à partir de la face directement exposée. La courbe de distribution de température définit cette baisse de température.

Pour utiliser ce type de charge, il faut sélectionner **Béton > Résistance au feu** dans les **Paramètres du projet**.

La courbe de distribution de température peut être définie dans le **gestionnaire des courbes de température**. Lorsqu'une courbe de température est définie, elle peut être utilisée dans la fonction **Charge > Charge thermique**.

Gestionnaire des courbes de température

Le **gestionnaire des courbes de température** est un gestionnaire de base de données standard de Scia Engineer. Il permet d'effectuer les actions suivantes :

- définir une nouvelle courbe de distribution de température ;
- analyser et modifier les courbes existantes ;
- copier et supprimer les courbes définies ;
- les enregistrer dans un fichier externe ;
- importer des courbes de distribution de température de fichiers externes créés précédemment (qui peuvent

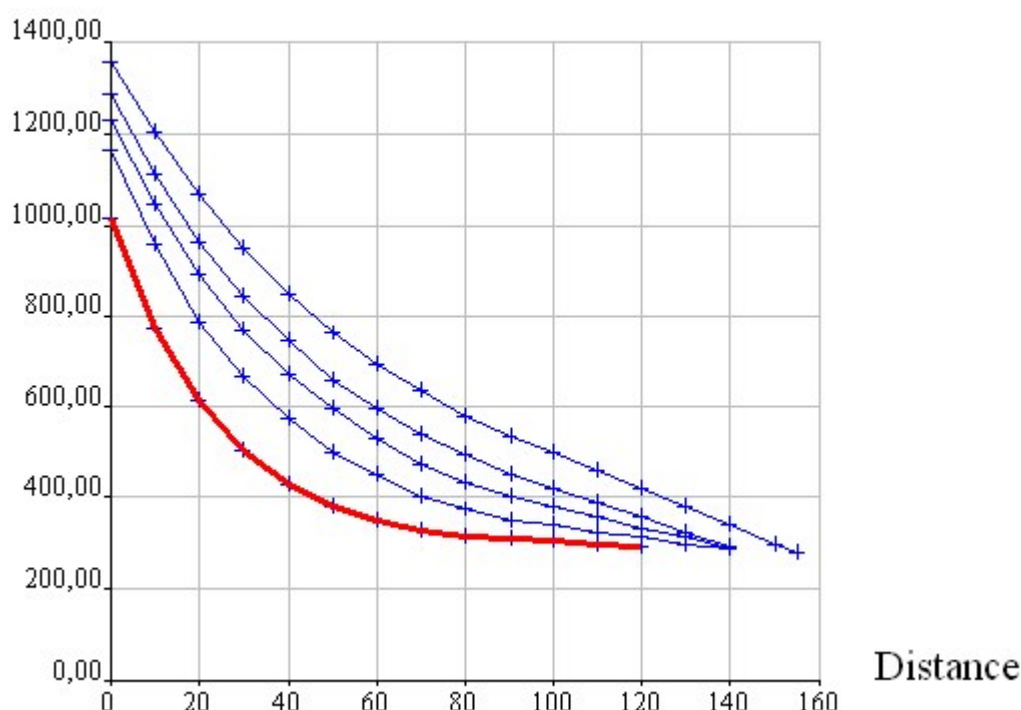
être fournis par un autre utilisateur) ;

- importer des courbes de distribution de température prédéfinies selon la norme EN 1168.

Boîte de dialogue de définition des courbes de distribution de température

Une courbe de distribution de température définie dans le **gestionnaire des courbes de température** peut consister en plusieurs courbes, chacune étant définie pour une durée de feu précise. La courbe de distribution de température finale stockée dans le **gestionnaire des courbes de température** peut ensuite être utilisée pendant toute durée de feu comprise dans l'intervalle des durées des différentes courbes. Si la durée définie par l'utilisateur coïncide avec l'une des courbes, la courbe correspondante est utilisée dans le calcul. Si la durée définie par l'utilisateur se situe entre deux courbes, la courbe à utiliser dans le calcul est automatiquement interpolée par le programme.

Temperature



Par conséquent, la boîte de dialogue de définition s'articule en deux niveaux. Le premier affiche l'ensemble des courbes définies. Le second permet à l'utilisateur de manipuler une courbe spécifique.

Toutefois, il est possible que la courbe finale ne soit composée que d'une seule courbe.

Boîte de dialogue de premier niveau – ensemble de courbes

Fenêtre graphique	Cette partie de la boîte de dialogue affiche l'ensemble des courbes définies.
Nom	Définit le nom de la courbe de distribution de température.
Description	Décrit la courbe (par ex. « courbes de température pour dalles alvéolaires selon EN 1168 »).

Durée de feu	Définit la durée de feu finale utilisée dans le calcul. Si la valeur coïncide avec une des courbes, la courbe correspondante est utilisée. Autrement, la courbe finale est obtenue par interpolation.
Liste des courbes	Affiche la liste des courbes définies.
Nouveau	Définit une nouvelle courbe (ouvre la boîte de dialogue de second niveau).
Modifier	Permet à l'utilisateur de modifier une des courbes définies.
Supprimer	Supprime une des courbes définies.
Supprimer tout	Supprime toutes les courbes définies.
Table des propriétés	Affiche un résumé des informations relatives à la courbe en surbrillance dans la liste. L'utilisateur peut en outre modifier les couleurs de la courbe de son choix.

Boîte de dialogue de second niveau – courbe particulière

Fenêtre graphique	Cette partie de la boîte de dialogue affiche la courbe définie.
Tableau	Ce tableau permet d'introduire les points définissant la courbe. Distance = distance à partir de la face de la section exposée au feu. Cette distance est mesurée à partir de la face intérieure. Température = température à une distance donnée.
Durée de feu	Définit la durée du feu.
OK	Enregistre les données introduites et ferme la boîte de dialogue.
Annuler	Ignore les données introduites et ferme la boîte de dialogue.

Pour ajouter une nouvelle courbe de distribution de température

1. Ouvrez le **gestionnaire des courbes de température** :
 - a. soit au moyen de la fonction d'arborescence **Bibliothèques > Courbe de température**,
 - b. soit au moyen de la fonction de menu **Bibliothèques > Courbe de température**.

2. Cliquez sur le bouton **Nouveau** pour définir une nouvelle courbe de distribution de température (si aucune courbe de ce type n'a été définie jusqu'alors, cette étape est ignorée et vous êtes invité à définir la courbe dès l'ouverture du **gestionnaire des courbes de température**).
3. La boîte de dialogue (de premier niveau) de **définition des courbes de distribution de température** s'affiche.
4. Cliquez sur le bouton **Nouveau** pour définir une courbe. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
5. Ajoutez d'autres courbes si nécessaire.
6. Définissez la durée de feu. (Vous pouvez également modifier la durée de feu directement dans la boîte de dialogue principale du **gestionnaire des courbes de température**.)
7. Fermez la **boîte de dialogue de définition des courbes de distribution de température**. Le **gestionnaire des courbes de températures** s'affiche à nouveau.
8. Si nécessaire, définissez une autre courbe de distribution.
9. Fermez le gestionnaire une fois terminé.

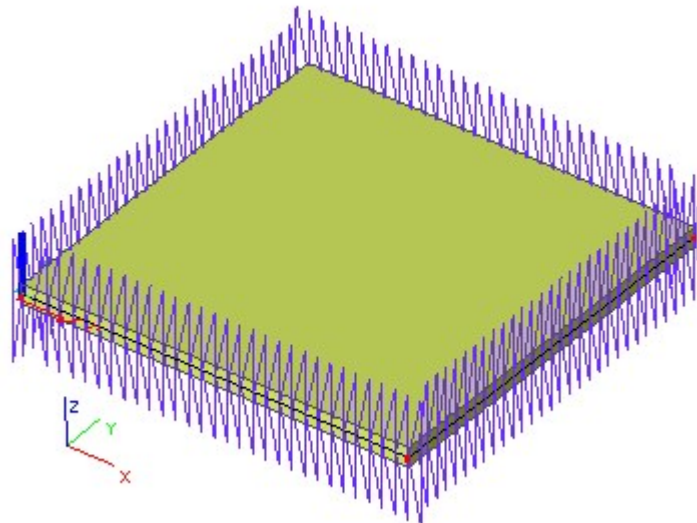
Pour importer une courbe de distribution de température prédéfinie (selon une norme)

1. Ouvrez le **gestionnaire des courbes de température** :
 - a. soit au moyen de la fonction d'arborescence **Bibliothèques > Courbe de température**,
 - b. soit au moyen de la fonction de menu **Bibliothèques > Courbe de température**.
2. Cliquez sur l'icône **Base de données système**.
3. La boîte de dialogue **Lecture de la base de données** s'ouvre.
4. La fenêtre de droite contient les courbes prédéfinies.
5. La fenêtre de gauche répertorie les courbes définies dans le projet.
6. A l'aide du bouton **Copier dans projet** ou **Copier tout**, copiez les courbes voulues dans votre projet.
7. Fermez la boîte de dialogue.

Charge thermique sur une dalle

Une charge thermique peut être constante ou linéaire.

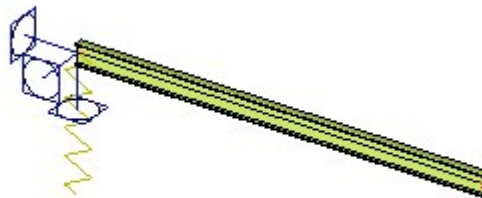
Constante	La charge est définie au moyen d'une seule valeur. La valeur spécifie l'échauffement auquel la dalle est soumise.
Linéaire	La charge est définie à l'aide d'un ensemble de deux valeurs. Ces valeurs définissent la température aux surfaces (haut, bas) de la dalle.



Déplacement d'appui

Un déplacement imposé peut être défini pour un nœud de la structure. Dans ce cas, il faut définir la direction et l'amplitude du déplacement.

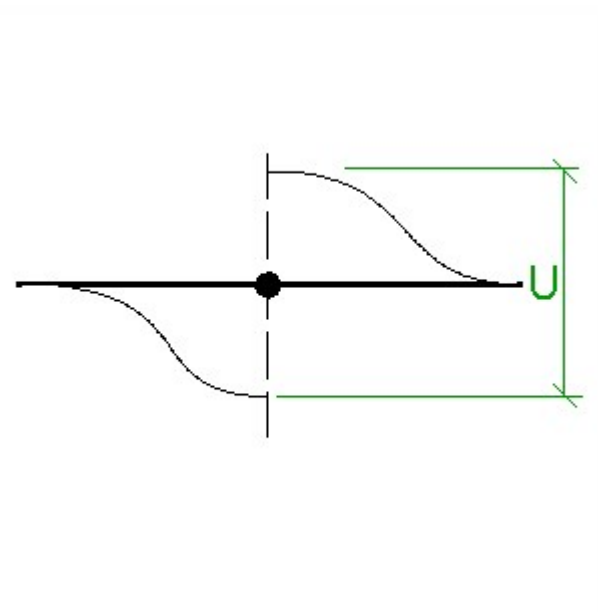
La définition de ce déplacement et la signification des paramètres individuels sont analogues à celles d'une [charge ponctuelle sur un nœud](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



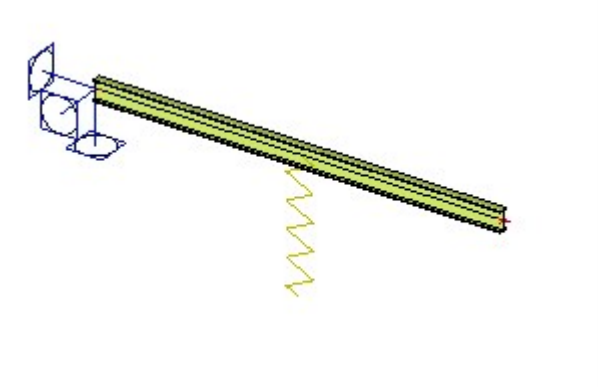
Remarque : Un déplacement d'appui ne peut pas être défini pour des appuis flexibles ou non linéaires.

Déplacement relatif sur une barre

Un point de la structure peut être soumis à un déplacement imposé. Un déplacement signifie qu'une partie de la barre est élevée tandis que l'autre est enfoncée. Un déplacement relatif est représenté à la figure ci-dessous. L'amplitude définie est égale à la distance entre les points déplacés de la barre.



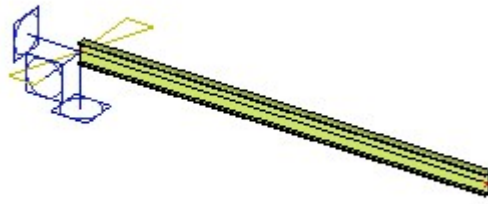
La définition de ce déplacement et la signification des paramètres individuels sont analogues à celles d'une [charge ponctuelle sur une barre](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



Rotation d'un appui

Un nœud de la structure peut être soumis à une rotation imposée. Dans ce cas, il faut définir la direction et l'amplitude de la rotation imposée.

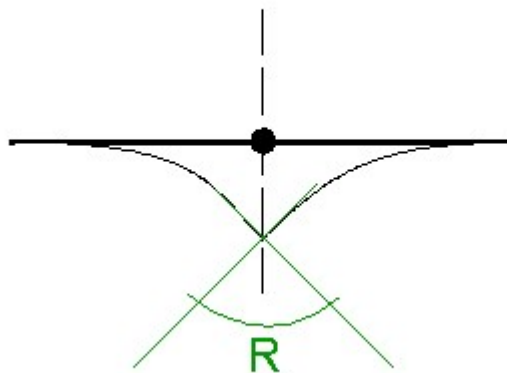
La définition de ce déplacement et la signification des paramètres individuels sont analogues à celles d'une [charge ponctuelle sur un nœud](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



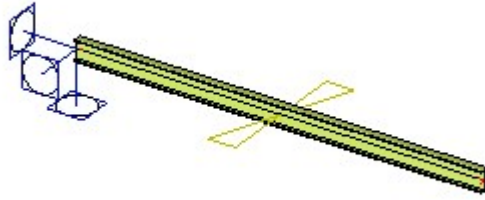
Remarque : Un déplacement d'appui ne peut pas être défini pour des appuis flexibles ou non linéaires.

Rotation d'un point sur une barre

Un point de la structure peut être soumis à une rotation imposée. Dans ce cas, il faut définir la direction et l'amplitude de la rotation imposée. Un déplacement relatif est représenté à la figure ci-dessous. L'amplitude définie est égale à l'angle entre les tangentes des deux parties de la barre.



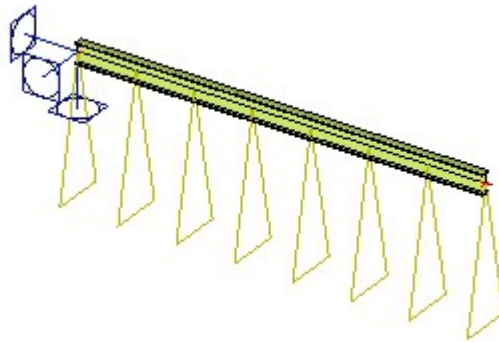
La définition de ce déplacement et la signification des paramètres individuels sont analogues à celles d'une [charge ponctuelle sur une barre](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



Déformation axiale

La totalité d'une barre d'une structure peut être soumise à une déformation imposée. Cette déformation ne doit pas nécessairement être constante ; elle peut varier linéairement.

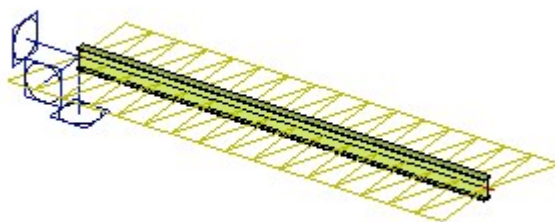
La définition de ce type de déformation et la signification des paramètres sont analogues à celles d'une [charge répartie sur une barre](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



Rotation repartie

La totalité d'une barre d'une structure peut être soumise à une rotation imposée. Cette déformation ne doit pas nécessairement être constante ; elle peut varier linéairement.

La définition de ce type de déformation et la signification des paramètres sont analogues à celles d'une [charge répartie sur une barre](#). Cependant, comme il s'agit d'un déplacement d'appui, le nombre de paramètres est limité.



Déformation et courbure d'une dalle

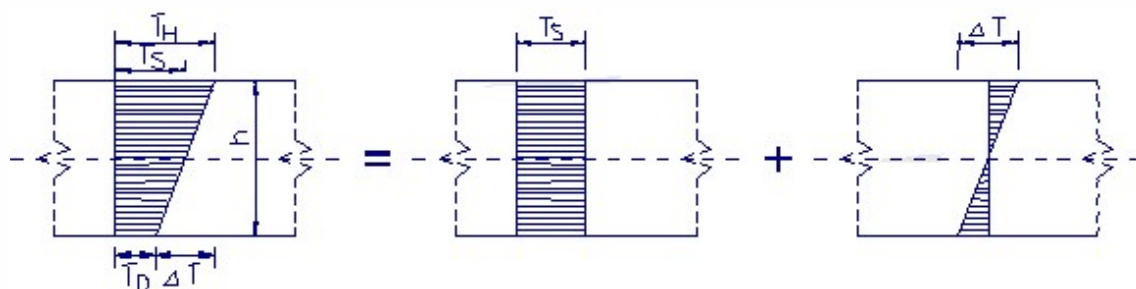
Paramètres

Nom	Définit le nom de la charge pour en faciliter l'identification.
Epsilon [mm/m']	Elongation relative due à l'augmentation de température ou au retrait.
k [mrad/m']	Courbure du plan due à l'augmentation non uniforme de température ou au retrait.

Un peu de théorie

Considérons un matériau homogène et isotrope et une température distribuée de façon linéaire dans l'épaisseur des membres. L'élongation d'un membre due à l'augmentation de température peut être facilement calculée.

Soit une augmentation de température sur la surface supérieure T_H et une augmentation de température sur la surface inférieure T_D . L'augmentation finale de température (retrait) peut être décomposée en deux éléments (voir la figure ci-dessous).



Nous obtenons :

Elongation (en m/m')

$$\varepsilon_0 = \alpha T_s$$

où

alpha	coefficient d'expansion thermique
Ts	l'augmentation de température

Une augmentation positive de température donne une valeur d'élongation positive.

Courbure

$$k = \alpha \Delta T / h$$

où

alpha	coefficient d'expansion thermique
delta T	différence de température entre la surface $z = -h/2$ et $z = +h/2$.
h	épaisseur de l'élément

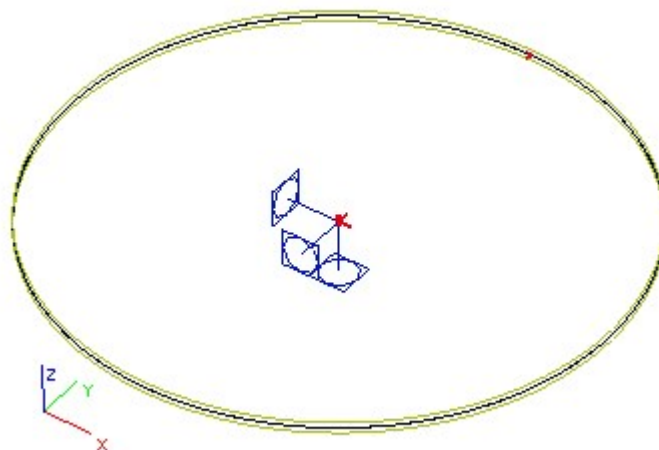
D'après la géométrie, $k = 1 / R$, où R est le rayon d'une surface sphérique dont la forme est celle de l'élément lorsque rien ne s'oppose à la déformation par suite d'une augmentation de la température.



Remarque : Si l'augmentation de température n'est pas linéaire le long de l'élément, la distribution de température doit être rendue linéaire. Les résultats doivent alors être revus ; les contraintes résultant de la différence entre l'augmentation de température donnée et l'augmentation linéarisée seront obtenues par un calcul particulier et ajoutées au résultat.

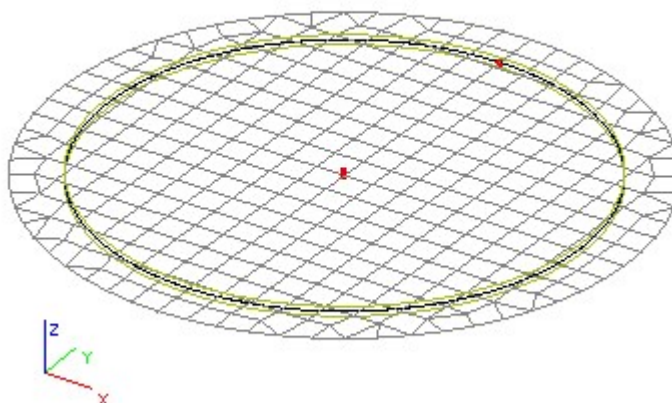
Exemple

Supposons la situation suivante (un peu théorique il est vrai). Prenons une plaque circulaire avec un seul appui au centre.



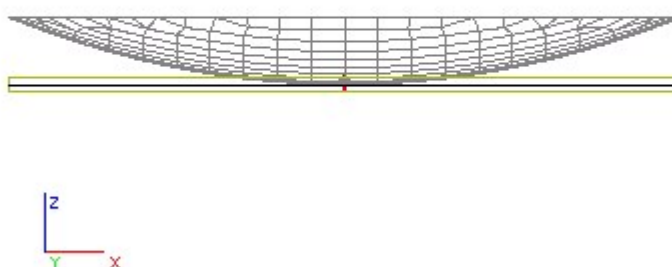
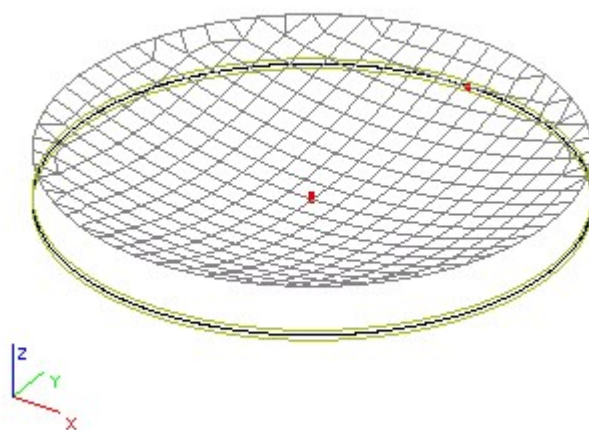
Soumettons d'abord cette plaque à une élongation uniforme de 10mm/m. Les deux surfaces de la plaque pourraient, par exemple, être chauffées.

Après le calcul, nous visualisons la dilatation générale et symétrique de la plaque (l'image montre la plaque d'origine et le maillage déformé).



Ensuite, soumettons la plaque à une dilatation non uniforme (courbure) de 10 mrad/m. Dans l'esprit de l'exemple, une seule surface de la plaque serait chauffée.

Après le calcul, nous voyons la déformation en forme de boule de la plaque soumise à ce type de charge. L'image montre la plaque d'origine et le maillage déformé. La seconde image représente la vue de profil la plus intéressante.



Charge d'eau - accumulation d'eau

Paramètres

Nom	Définit le nom de la charge pour en faciliter l'identification.
Barres sélectionnées	Indique les conditions de charge.
Direction	Définit la direction de la charge.
Capacité de stockage	Définit la capacité de la toiture.
Autres raisons	Définit un poids additionnel.
Division	Spécifie la division utilisée pour le calcul.
Nombre max d'incréments	Définit le nombre maximal d'incréments pendant le calcul.
Utiliser d'autres charges permanentes	Si cette option est activée, une autre charge permanente peut être ajoutée.
Etat	Donne l'état du calcul.

Paramètres détaillés - Points

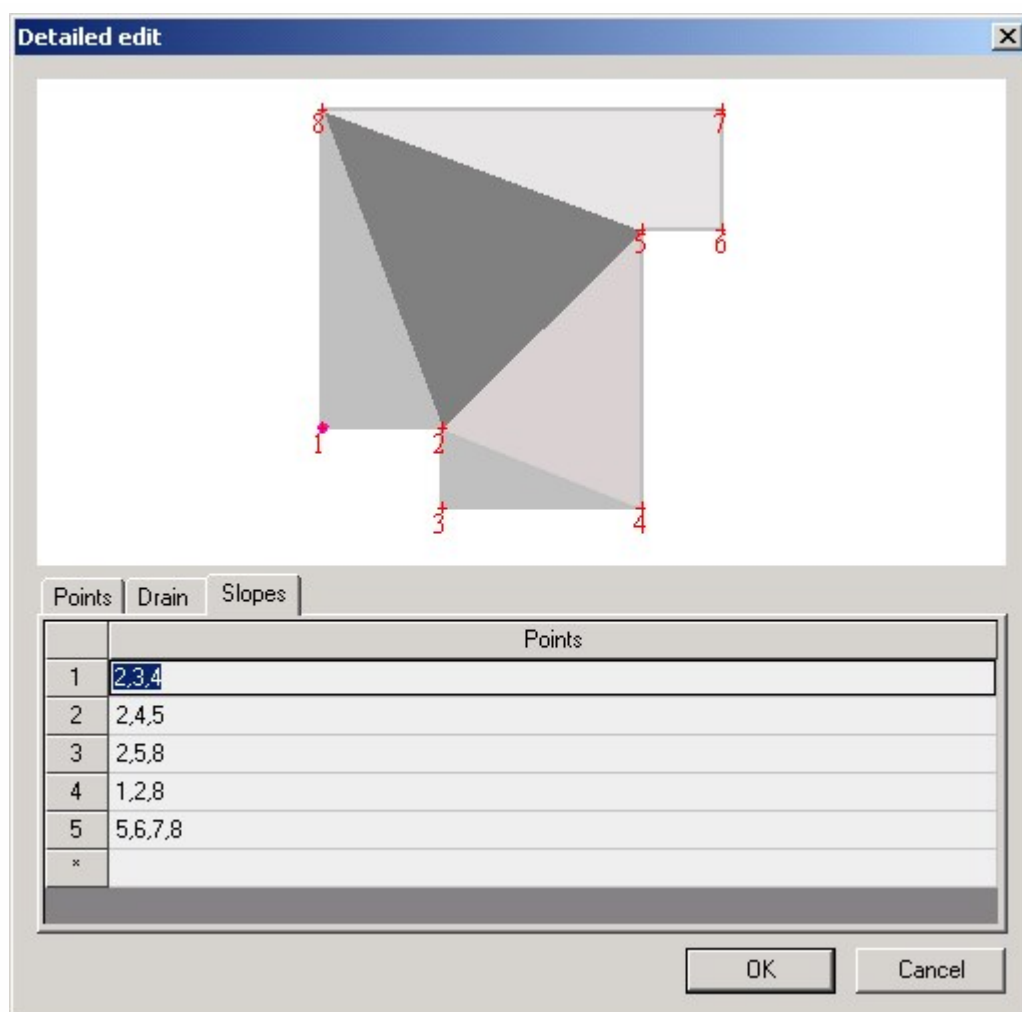
No.	Génère automatiquement le numéro du sommet.
X, Y	Coordonnées du sommet du polygone de chargement.
Hauteur	Type de définition de la hauteur d'eau. Personnalisé : La hauteur est définie manuellement. Point : La hauteur est calculée à partir de la valeur à différents points suivant une pente donnée. Calculer : La hauteur est calculée à partir des pentes définies.
H	Définit la hauteur d'eau.
Point	Seulement si Point est défini pour Hauteur : définit le point à partir duquel la hauteur est calculée.
Pente	Seulement si Point est défini pour Hauteur : définit la pente à partir du point sélectionné.

Paramètres détaillés - Drains

Point	Nombre de points.
Position	Position du drain.
h _{dn}	Profondeur du drain de secours au-dessus du toit ou le niveau supérieur du toit en m.
A	Surface du toit (projection verticale plane) drainant avec un drain de secours, en m ²
b	Largeur du drain.

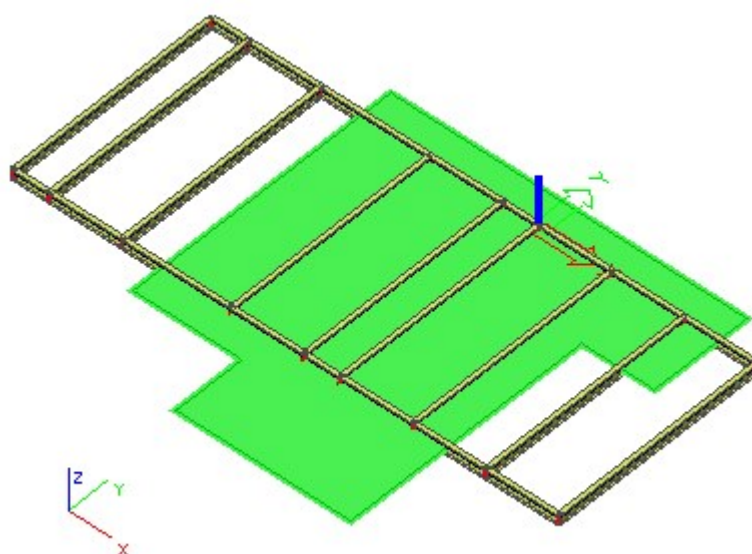
Paramètres détaillés - Pentes

L'utilisateur peut définir des sous-régions qu'il estime planes. Il suffit de définir la hauteur de trois points. Les autres points sont calculés. En cas de conflit, la surface n'est pas admise.



Exemple

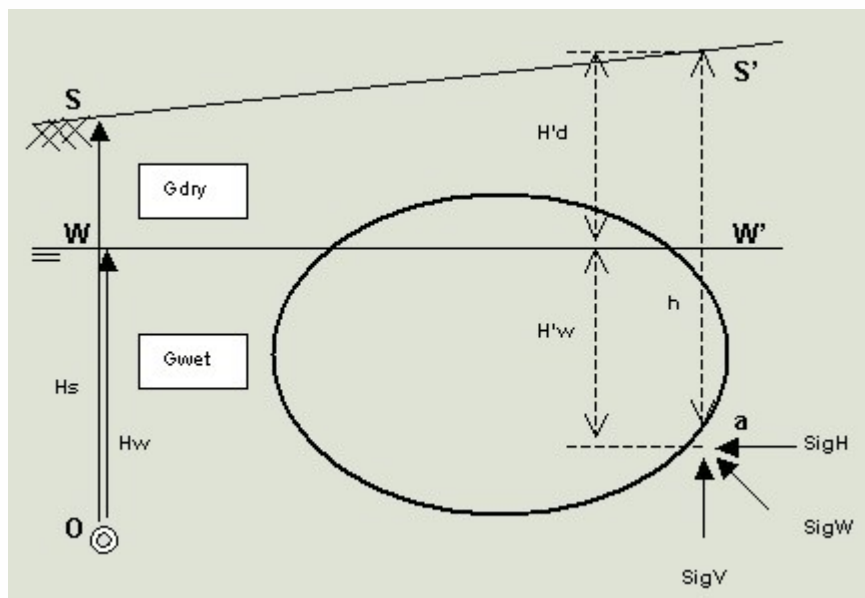
Lorsqu'elle a été définie dans le modèle, la charge d'eau stagnante se présente comme suit :



Pression de sol et pression d'eau

Des charges de type différent (ponctuelles, réparties ou surfaciques) peuvent être définies comme "pression de sol" ou "pression d'eau". Ces deux charges sont liées et seront donc détaillées ensembles.

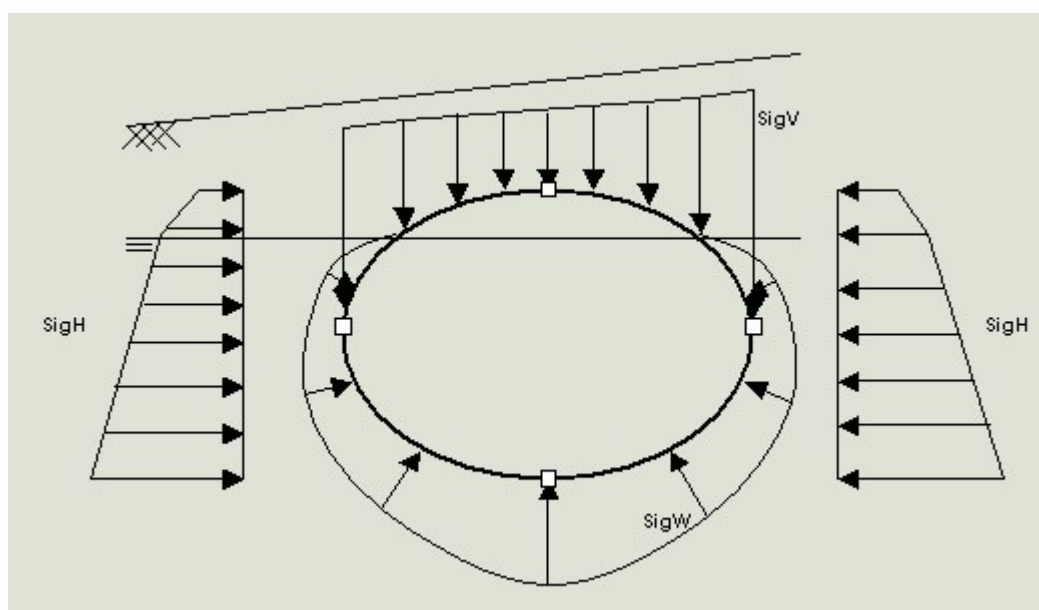
Les deux types de charges sont prises en considération si la structure est située sous le sol. Le logiciel calcule automatiquement la pression de sol et la pression d'eau en fonction du sol voisin, du niveau de la nappe phréatique et de la profondeur.



A une profondeur h (point a), les intensités des charges générées sont les suivantes :

SigV,a	Si a est situé au-dessus du niveau de l'eau $(h \leq H'd), \text{ alors } (h * G_{\text{sec}})$ Si a est situé sous le niveau de l'eau $(h > H'd), \text{ alors } (H'd * G_{\text{dry}} + H'w * G_{\text{sec}})$ Cette opération ne fonctionne QUE dans la direction négative de l'axe global Z.
SigH,a	$\text{SigH,a} = \text{SigV,a} * k_0$
SigW,a	Si a est situé au-dessus du niveau de l'eau $(h \leq H'd), \text{ alors } (0)$ Si a est situé sous le niveau de l'eau $(h > H'd), \text{ alors } (H'w * G_{\text{eau}})$

On obtient ainsi une charge uniformément répartie, comme dans l'illustration ci-dessous :



Les charges d'eau et de sol peuvent être définies pour les cas de charge suivants :

- **type d'action** = "permanent" et **type de charge** = "standard",
- **type d'action** = "variable" et **type de charge** = "statique".

Pour définir la pression de sol/ d'eau

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Démarrez la fonction suivant le type de charge (ponctuelle, répartie ou surfacique).
3. Modifiez les paramètres – voir ci-dessous.
4. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
5. Appliquez la charge sur les entités concernées.

Paramètres de la charge du sol / de l'eau

En plus des paramètres de base d'une charge [ponctuelle](#), [répartie](#) ou [surfacique](#), ce type de charge nécessite les données suivantes :

Type	Doit être défini à Pression de sol ou Pression d'eau .
Distribution	Charges réparties seulement. La charge répartie peut être uniforme ou trapézoïdale.
Aire efficace	Charges ponctuelles seulement. Spécifie l'aire efficace de la charge.
Largeur efficace	Charges réparties seulement. Spécifie la largeur efficace de la charge.
Coefficient	Pressions de sol seulement. Ce coefficient doit être défini pour une pression de sol horizontale. Il définit le rapport entre la pression de sol horizontale et verticale.

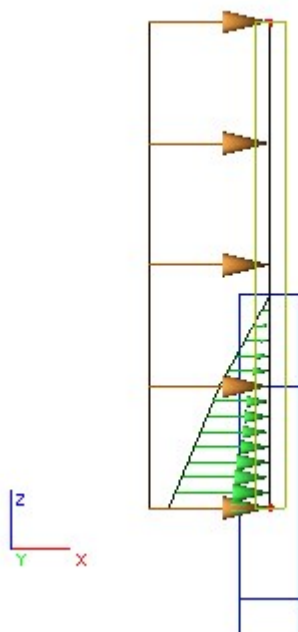
	(Par exemple, pour une pression verticale, ce coefficient devrait être égal à 1.)
Profil du trou de sondage	Définit le trou de sondage utilisé pour la génération de la pression.

La pression de sol / d'eau est affichée comme sur l'illustration ci-dessous.

Le diagramme brun représente la charge "définie". Elle a été définie le long du poteau.

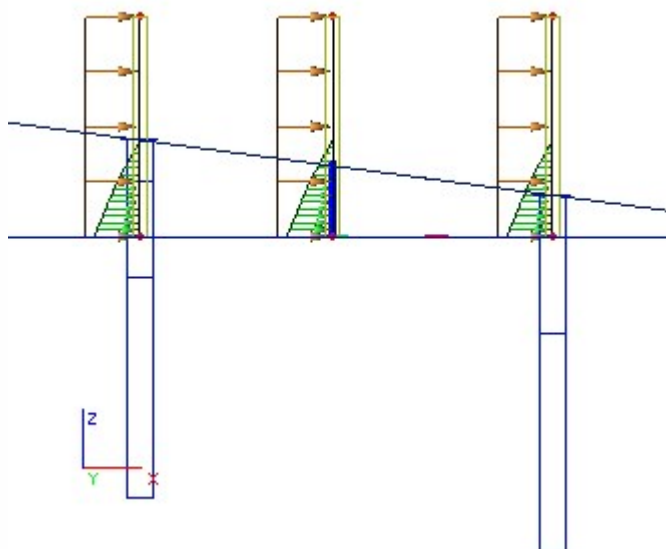
Le diagramme vert représente la partie "générée". La pression de sol générée atteint tout juste le haut du trou de sondage (utilisé comme trou de sondage de référence).

Le calcul reprend le diagramme vert (charge générée).



Remarque : La pression d'eau n'est générée que sous le niveau de la nappe phréatique. Si tout le modèle se trouve au-dessus du niveau de la nappe, aucune pression n'est générée.

Remarque : Remarquez que la pression est générée sur la base des données fournies dans la boîte de dialogue. Cela signifie que les données "géologiques" ne proviennent que des données fournies pour le profil du trou de sondage. La pression de sol générée ne tient pas compte de la surface du terrain éventuellement affichée. Même si la surface a été calculée et affichée, le logiciel ne calcule pas l'intersection de la surface avec l'élément soumis à la pression de sol. La partie de l'élément sous le sol n'est déterminée que par le profil du trou de sondage défini. Voir l'illustration ci-dessous.



L'image illustre la remarque ci-dessus. Trois poteaux ainsi que plusieurs trous de sondage ont été définis. La surface a été calculée et représentée sur l'image (ligne inclinée joignant les extrémités des deux trous de sondage). La pression de sol a été définie sur tous les poteaux. Le trou de sondage le plus à gauche a été utilisé comme paramètre de référence pour la définition des trois charges. De ce fait, la distribution de la pression du sol générée sur tous les poteaux est identique. En d'autres termes, les deux poteaux de droite sont sujets à la pression de sol même au-dessus de la surface. La surface calculée n'influe en rien sur la génération de la pression de sol.

Pression interne

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Type	Extérieur Le tuyau est exposé à une pression externe. Intérieur Le tuyau est exposé à une pression interne.
Distribution	Uniforme Une pression uniforme agit sur le tuyau. Trapézoïdale La distribution de la pression est trapézoïdale.
Valeur - P	(seulement pour une distribution uniforme) Définit la valeur de la pression.
Valeur – P1, P2	(seulement pour une distribution trapézoïdale) Définit la valeur de la pression.

Fermer début	Si cette option est activée, le point de départ du tuyau est fermé. Cette option a une incidence sur l'algorithme de calcul.
Fermer fin	Si cette option est activée, le point d'extrémité du tuyau est fermé. Cette option a une incidence sur l'algorithme de calcul.

Efforts internes non calculés dans le modèle

Si nécessaire, l'utilisateur peut introduire, pour n'importe quel élément 1D ou cas de charge, une définition personnalisée des efforts internes. L'introduction de ces efforts internes "non calculés" s'effectue dans le service **Charge**. Un effort interne introduit par l'utilisateur s'affiche comme une charge normale.

Il est possible de définir jusqu'à 7 composantes différentes d'efforts internes : N, Vy, Vz, Mx, My, Mz, Sig Y, Sig Z.

L'utilisateur choisit un des types de distribution pour la barre :

- uniforme (1 valeur définie),
- trapézoïdale (2 valeurs définies aux extrémités),
- triangulaire (2 valeurs définies aux extrémités et 1 au milieu),
- polynomiale (n valeurs définies dans n sections).

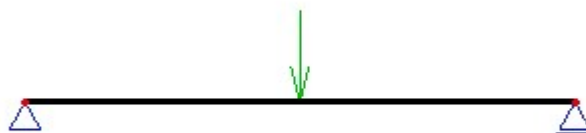
Scia Engineer effectue une analyse standard. Les résultats calculés sont remplacés après le calcul par les valeurs définies (pour une barre et un cas de charge donnés).

Si Sig Y est introduit pour une barre, cette valeur est prise en compte dans le calcul de la contrainte de Von Mises.

Les efforts internes définis peuvent soit remplacer les résultats calculés soit y être ajoutées.

Exemple

Prenons une poutre reposant sur deux appuis soumise à deux cas de charge. Pour chaque cas de charge, définissons une charge ponctuelle au milieu de la travée.



Dans le deuxième cas de charge, définissons également deux composantes d'efforts internes non calculés : Vz et My.

Vz est défini de façon uniforme sur la poutre.

☐ Not calculated internal forces

Name	NCIF1
Type	Vz
Distribution	Uniform
Params	...
Member	B1
Load case	LC2

Load's impulses

	Pos x	Value - F [kN]
1	0,000	2,00
2	1,000	2,00

OK Cancel

My est triangulaire avec des valeurs négatives aux appuis et une valeur positive au milieu de la travée.

☐ Not calculated internal forces

Name	NCIF2
Type	My
Distribution	Triangle
Params	...
Member	B1
Load case	LC2

Load's impulses

	Pos x	Value - M [kNm]
1	0,000	1,00
2	0,500	-1,00
3	1,000	1,00
4	0,000	0

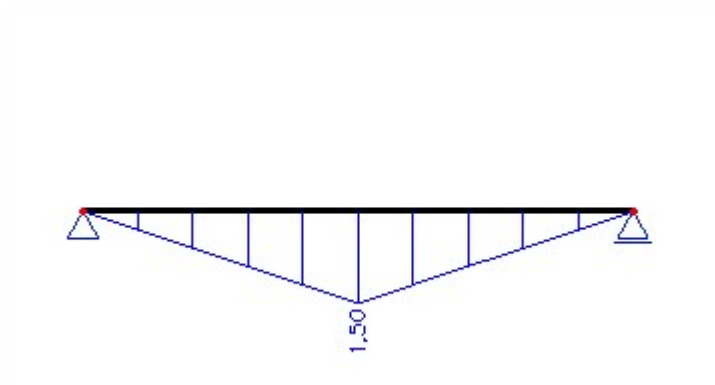
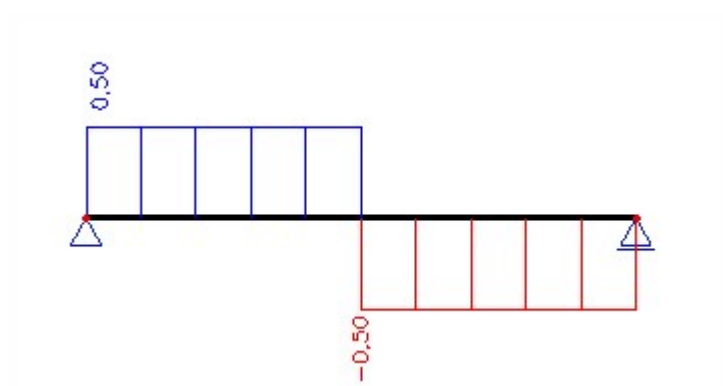
OK Cancel

L'effort interne défini (non calculé) est affiché comme une charge normale.

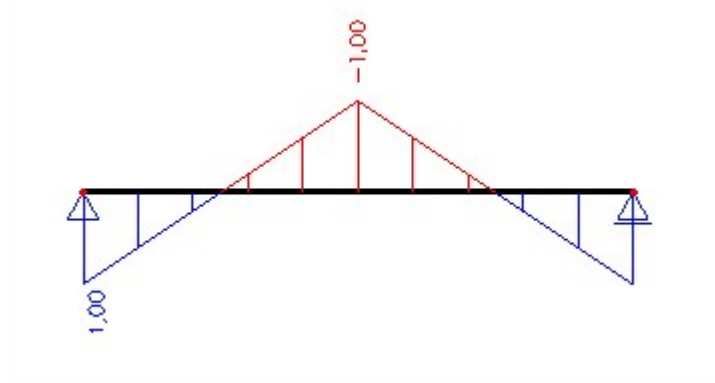
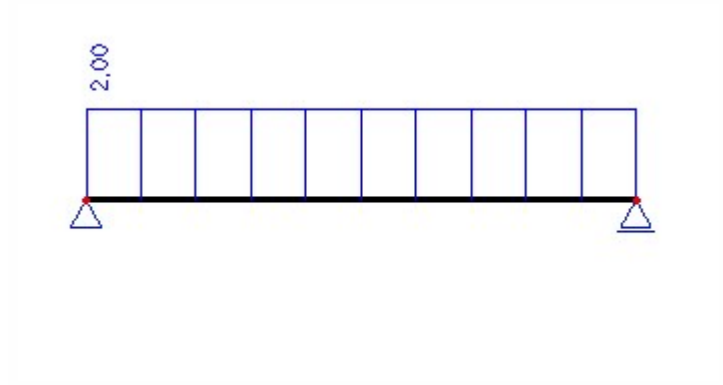


Lorsque le calcul est effectué et que vous analysez les résultats, vous observez la situation suivante.

Dans le premier cas de charge, où la barre est soumise à une charge ponctuelle au milieu de la travée sans effort interne non calculé, la distribution de Vz et My provient évidemment de la charge externe.



Dans le second cas de charge, les efforts internes non calculés remplacent les résultats calculés et la distribution de V_z et M_y ne correspond plus à la charge externe mais bien aux valeurs des efforts internes non calculés.



Pour introduire des efforts internes non calculés

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Démarrez la fonction Efforts internes non calculés.
3. Si nécessaire, tapez un nom lié au projet.
4. Sélectionnez le type (une des sept composantes décrites ci-dessus).
5. Sélectionnez la distribution (un des quatre types décrits ci-dessus).
6. Cliquez sur le bouton [...] dans les **Paramètres** de l'élément afin d'afficher la boîte de dialogue pour introduire les valeurs.
7. Confirmez les paramètres par **OK**.
8. Confirmez la définition de charge par **OK**.
9. Positionnez la charge sur les barres.

Charges dynamiques

Charge harmonique

Il n'est pas nécessaire d'effectuer un calcul dynamique spécial pour une structure présentant un faible amortissement. La méthode du calcul par modes propres peut être utilisée pour déterminer l'amplitude finale de la déformation comme une combinaison linéaire des modes propres (le décalage de phase entre les différentes modes propres peut être ignoré grâce au faible amortissement). Ce type de calcul ne demande que la définition du décrement logarithmique, de la fréquence de l'excitation (en Hz) et de l'amplitude des charges nodales ([Définir un cas de charge harmonique](#)).

Les résultats peuvent être examinés de la même manière que les [résultats d'un calcul statique standard](#) (voir aussi [Examiner les résultats pour les charges harmoniques](#)).

Si le décalage de phase entre les modes propres ne peut être ignoré à cause d'un amortissement plus important, le problème peut être résolu comme réponse à une charge dynamique générale.

Charge sismique

Lors d'un tremblement de terre, le sol (substrat ou fondation) portant la structure bouge. Celle-ci tente de suivre le mouvement. Toutes les masses de la structure sont donc mises en mouvement. Il en résulte que la structure est soumise à des forces d'inertie. D'une manière générale, les appuis sont susceptibles de bouger dans toutes les directions, mais seuls les déplacements horizontaux sont pris en compte habituellement. L'utilisateur peut définir la direction qu'il considère critique pour la structure ou peut évaluer l'effet des tremblements agissant dans les différentes directions.

Les forces d'inertie résultent du mouvement. Il suffit de déterminer ces forces et de les appliquer à la structure. Le calcul dynamique est donc transformé en calcul statique. Mais ce n'est pas si simple. Nous ne connaissons pas le mouvement précis du sous-sol et ne pouvons donc pas déterminer avec précision les forces sismiques. Il est toutefois possible d'appliquer les formules d'une norme sismique ou d'utiliser le spectre de fréquences d'un vrai tremblement de terre.

On suppose en général un mouvement horizontal de la structure. Ceci signifie que le tremblement de terre agit dans un plan horizontal parallèle au plan XY. La direction peut être définie au moyen d'un coefficient pour les différents axes.

Exemples :

séisme dans la direction X	$X = 1$ et $Y = 0$
séisme dans la direction Y	$X = 0$ et $Y = 1$
séisme dans l'axe du 1 ^{er} quadrant	$X = Y = 0.707 (= \sin(45^\circ))$

D'autre part, il est possible de tenir compte aussi de la direction verticale Z. Ceci peut être fait au moyen du coefficient pour l'axe Z.



Remarque : Il convient d'être prudent en ce qui concerne ces coefficients, étant donné que le séisme "X=1; Y=0; Z=0.667" n'est pas égal au séisme "X=1; Y=0; Z=-0.667" ni au séisme "X=-1; Y=0; Z=0.667".

Le calcul sismique s'effectue automatiquement, ce qui signifie que tant le poids propre que les masses introduites sont utilisées pour générer les charges pour les différents modes propres.

L'évaluation est effectuée séparément pour chaque composante de force et de déplacement en utilisant les deux formules suivantes:

- Racine carrée de la somme des carrés en prenant en compte la valeur extrême:

$$S_{dyn} = \sqrt{(S_m^2 + 0.5 \sum S_j^2)}$$

- Racine carrée de la somme des carrés:

$$S_{dyn} = \sqrt{\sum S_j^2}$$

où :

S_{dyn}	composante considérée
S_m	la composante maximum correspondante pour le mode propre considéré
S_j	les autres composantes correspondantes pour ce mode propre

La force finale peut être aussi bien négative que positive. Les deux possibilités sont considérées lors des combinaisons.



Remarque : Quelle que soit la méthode utilisée pour l'évaluation d'une quantité X, le résultat est toujours une valeur positive. Une valeur négative est cependant aussi possible, car en sismicité la vibration se fait autour de la position d'équilibre. Les résultats du calcul sismique sont toujours positifs dans Scia Engineer. La seule exception est les efforts internes. Ici, la convention de signes déplacement n'est pas utilisée, mais bien la convention de « l'élasticité » (fibres inférieures et à l'avant en traction). Les signes de certains efforts tranchants et moments de flexion peuvent être inversés et des signes moins peuvent apparaître dans les résultats du calcul sismique.

Un autre fait doit être gardé à l'esprit. Lors d'une analyse statique, on s'intéresse aux relations entre les différents efforts internes – p.ex. quel moment de flexion correspond à l'effort normal maximum. De telles relations sont cependant impossibles à déterminer pour les résultats d'une analyse sismique, car chaque composant est évalué séparément, ce qui, vous l'aurez remarqué, n'est pas un problème linéaire.

Lors de l'évaluation des résultats d'une analyse sismique, il est possible de dire « ceci est l'effort normal maximal » ou « ceci est le déplacement vertical maximal ». Il n'est cependant pas possible de calculer les contraintes dans une section soumise à flexion et effort normal même s'ils apparaissent sur la même ligne dans le tableau des résultats. Ceci est dû aux carrés et racines dans les formules données ci-dessus. Des contraintes précises peuvent uniquement être obtenues dans les modules appropriés pour le contrôle des sections (acier, béton, etc.).

Sismicité générale

Si une structure est conçue pour un type particulier de séisme, nous pouvons utiliser les séismes définis par leur spectre de fréquence. Les données suivantes doivent être introduites :

- tableaux des fréquences et accélérations,
- coefficient sur les accélérations,
- coefficients sur les directions,
- type d'évaluation.

Pour plus d'informations, voir le chapitre [Définir le cas de charge sismique](#).

Détachement tourbillonnaire - Vibrations de Von Karman

Le détachement tourbillonnaire est un cas particulier de charge harmonique. L'un des principaux mécanismes liés aux oscillations dues au vent est la formation de tourbillons (concentrations de particules fluides en rotation) dans le sillage antérieur à certains types de structures telles que cheminées, tours, conduites suspendues, etc. Lorsque le vent atteint une certaine vitesse (critique), les lignes d'écoulement ne suivent pas les contours du corps de la structure, mais se séparent en certains points pour former des tourbillons. Ces derniers se détachent en alternance des côtés opposés de la structure et génèrent une charge fluctuante perpendiculaire à la direction du vent.

Dans Scia Engineer, l'implémentation du détachement tourbillonnaire a été réalisée selon la norme tchèque en matière de charges. L'effet n'est pris en compte que si la vitesse de vent critique calculée est comprise entre une valeur minimale et une valeur maximale. Ces deux extrêmes peuvent être définis par l'utilisateur. Les valeurs sont par défaut respectivement de 5 m/s et 20 m/s. De plus, Scia Engineer permet de préciser la longueur de la structure susceptible d'être soumise à l'effet Von Karman. Pour chaque nœud géométrique de la structure, il est possible de lier une longueur du cylindre au nœud. Ainsi, pour obtenir des résultats précis, la structure doit être modélisée avec un nombre suffisant de nœuds géométriques. Par défaut, l'effet peut s'appliquer à toute la hauteur de la structure. Toutefois, si des obstacles spécifiques sont présents sur la surface d'une cheminée par exemple, ils entraveront la formation des tourbillons et réduiront l'effet Von Karman. Dans la pratique, telle est précisément la solution qui permet d'éliminer les vibrations engendrées par les tourbillons : placer des nervures spéciales sur la surface du cylindre.

Utilisation des vibrations de Von Karman

- 1) **Activez la fonctionnalité Dynamique.**
- 2) **Créez un groupe de masses.**
- 3) **Entrez des masses OU générez des masses à partir de cas de charges statiques.**
- 4) **Créez une combinaison de masses.**
- 5) **Créez un cas de charge de vibrations de Von Karman et spécifiez ses paramètres.**

Type de charge = dynamique ; spécification = vibrations de Von Karman

Le diamètre du tube correspond à celui de la partie cylindrique de la structure qui sera analysée dans le cas de charge.

La direction du vent est définie dans le système de coordonnées global. Une direction de 0,00 degrés indique l'axe global X. Cela implique que les vibrations de Von Karman se propagent dans la direction le long de l'axe Y (perpendiculairement à la direction du vent).

L'option « No. utilisateur du mode excité » peut s'utiliser pour indiquer manuellement pour quel mode propre le détachement tourbillonnaire doit être calculé. Si elle n'est pas sélectionnée, le programme détermine automatiquement le mode propre.

6) Entrez les charges Von Karman (longueurs).

Le programme vous permet de lier une longueur de cheminée à chaque nœud géométrique. Cette charge peut être introduite à l'aide de la fonction **Charge > Charge ponctuelle > Charge de Von Karman**.

7) Raffinez le maillage au besoin.

Pour cela, utilisez la boîte de dialogue des options du maillage.

8) Spécifiez le nombre de modes propres à calculer.

Utilisez pour ce faire la boîte de dialogue Configuration du solveur.

9) Effectuez un calcul linéaire.

Une fois le calcul terminé, des informations complémentaires sont disponibles dans le Rapport, à savoir entre autres :

- numéro du mode excité ;
- translation horizontale maximale ;
- vitesse critique ;
- nombre de Reynolds.



Voir aussi le chapitre théorique consacré à la fonction Dynamique.

Charges libres

Introduction aux charges libres

Une charge libre s'applique sur des dalles. La charge n'est pas définie par l'entité sur laquelle elle agit mais par une zone de charge spécifique. Les charges libres sont définies par des « éléments de chargement » qui peuvent se superposer ou être appliquées sur plusieurs dalles.

Types d'entités de charge disponibles

polygone	L'entité de charge est définie par un polygone.
ligne	L'entité de charge est définie par une ligne ou une polyligne.
point	L'entité de charge est définie par un point.



Remarque : L'entité de charge peut être orientée arbitrairement mais doit être définie dans le plan XY du SCU courant. Dès lors, il faut définir le plan de travail avant de pouvoir introduire une charge libre.

Chaque entité de charge conserve l'orientation du SCU définie lors de sa création. L'orientation du SCU est essentielle ; en effet, certains paramètres de chargement y sont liés. Lorsque vous sélectionnez une entité de charge, le SCU correspondant est activé.

Lorsqu'une dalle inclinée est soumise à une charge libre (par **incliné**, on entend que le plan de la dalle et le plan de chargement ne sont pas parallèles), la valeur finale est calculée suivant la projection de la charge sur la dalle sélectionnée.

Les charges libres sont indépendantes du maillage d'éléments finis ; un raffinement éventuel n'influe pas sur les résultats du calcul.

Vous pouvez définir manuellement les dalles concernées par une charge libre spécifique. Le programme peut aussi détecter automatiquement les dalles concernées et y appliquer la charge. La première méthode permet à l'utilisateur de soustraire certaines dalles à l'effet de la charge définie.

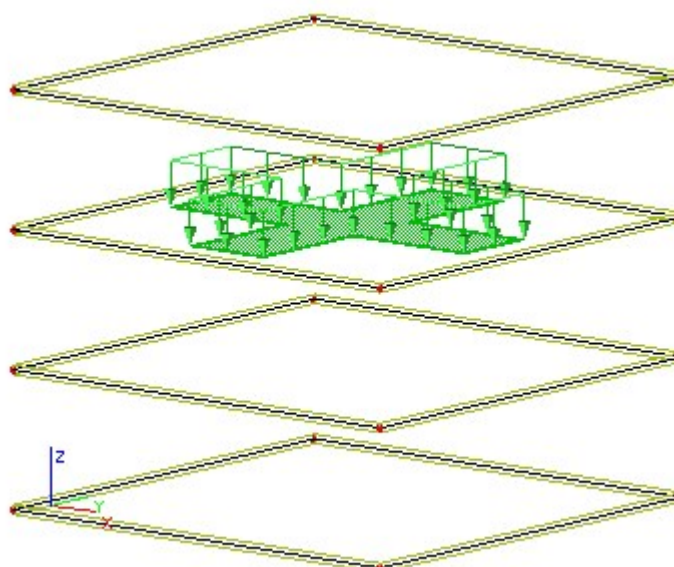
Validité des charges libres

La validité des charges libres indique (i) quelles dalles sont soumises à une charge donnée ainsi que (ii) le demi-espace où la charge est appliquée (la direction de la charge).

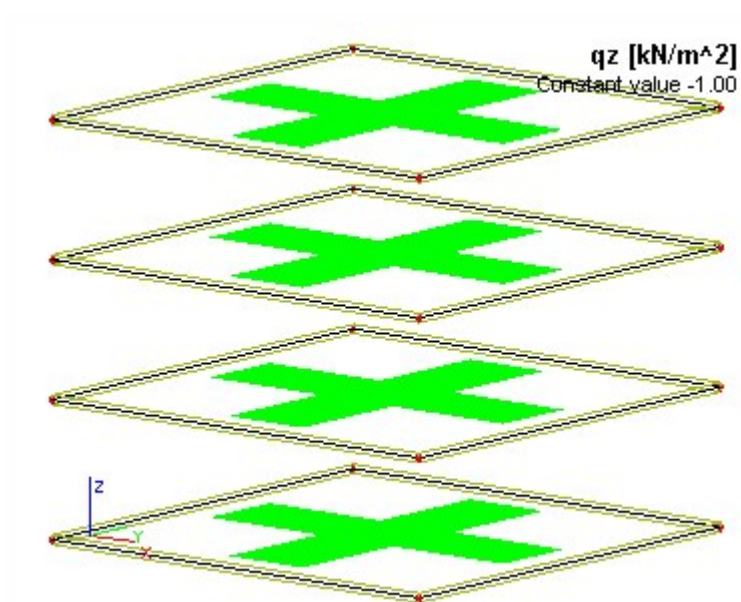
Tout	Les entités au-dessus et en dessous de la charge définie sont soumises à la charge.
-Z	Si cette option est activée, la charge n'agit que dans l'espace situé du côté négatif de l'axe Z du SCU. Seules les entités situées SOUS le plan XY du SCU sont soumises à cette charge.
-Z (yc. 0)	A la différence du cas précédent, les entités situées dans le plan XY du SCU sont également prises en charge.
Z = 0	Seules les entités situées dans le plan XY du SCU sont soumises à cette charge.
+Z	Si cette option est activée, la charge n'agit que dans l'espace situé du côté positif de l'axe Z du SCU. Seules les entités situées AU-DESSUS du plan XY du SCU sont soumises à cette charge.
+Z (yc. 0)	A la différence du cas précédent, les entités situées dans le plan XY du SCU sont également prises en charge.
Sélectionné	L'utilisateur définit manuellement les entités soumises à la charge donnée.

Les paramètres de validité seront clarifiés dans l'exemple suivant.

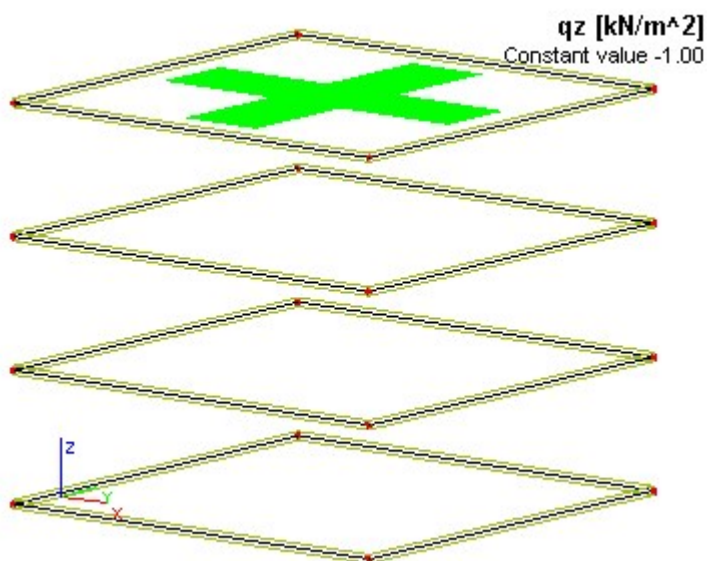
Prenons quatre dalles placées les unes au-dessus des autres. Définissez une charge répartie libre dans le plan de la troisième dalle (en partant du bas).



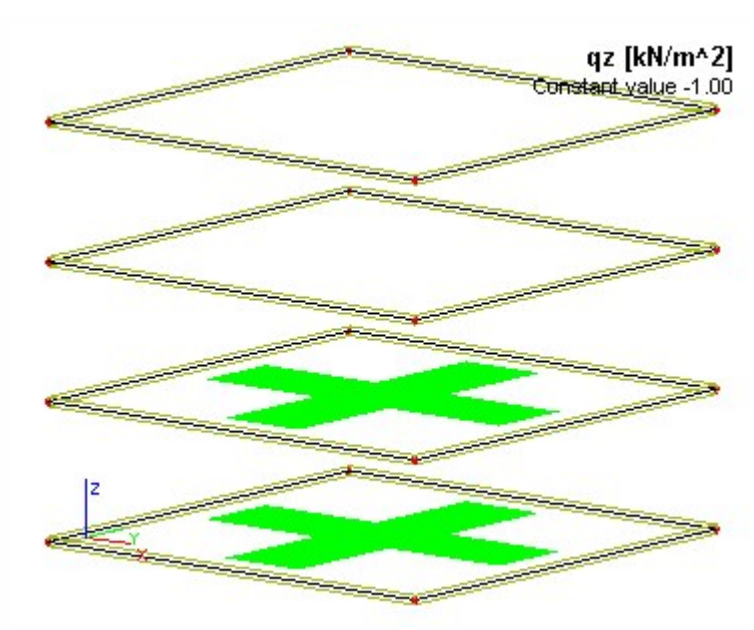
Pour commencer, activez l'option **Tout** pour **Sélectionner** et **Valider**. Exécutez le calcul et lancez la fonction **Calcul, Maillage > Visualisation des données 2D > Charge surfacique**. Vous constatez que la charge agit sur les quatre dalles.



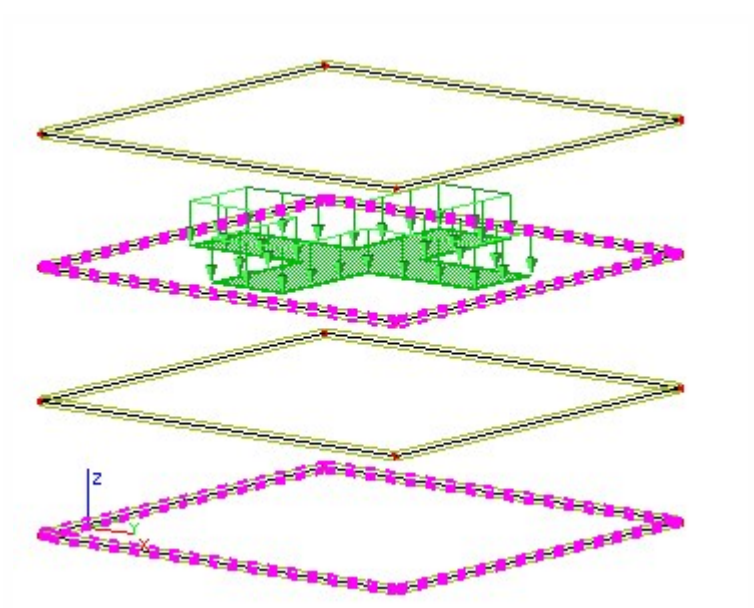
Ensuite, activez les options **Tout** pour **Sélectionner** et **Z** pour **Valider**. La charge n'agit que sur la dalle du haut, car elle n'agit que sur la partie de la structure se trouvant au-dessus du plan dans lequel la charge est définie. (Si la charge est définie à 5 cm sous la moitié du plan de la troisième dalle (en partant du bas), cette dalle sera elle aussi soumise à la charge.)



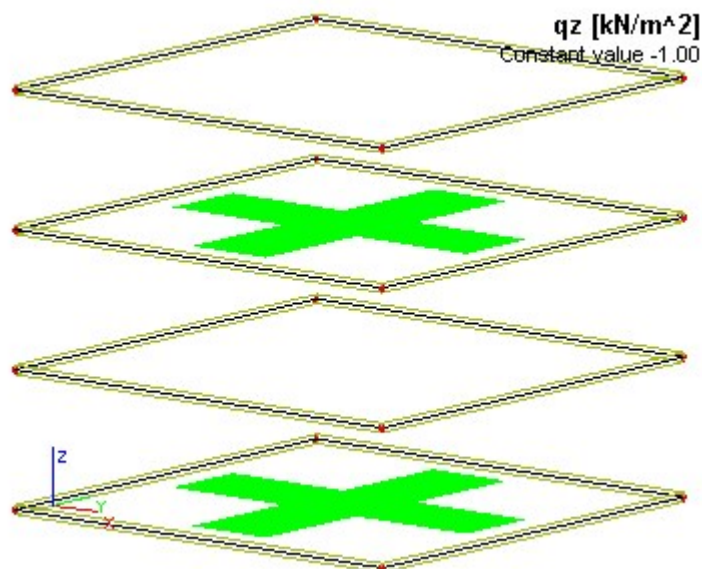
Activez ensuite les options **Tout** pour **Sélectionner** et **-Z** pour **Valider**. La charge n'agit que sur les deux dalles du bas, car elle n'agit que sur la partie de la structure se trouvant sous le plan dans lequel la charge est définie.



Enfin, activez les options **Sélectionner** pour **Sélectionner** et **Tout** pour **Valider**. Sélectionnez la dalle du bas et la troisième.



La charge n'agit que sur les deux dalles sélectionnées.



Remarque : Il faut être particulièrement attentif lorsque le paramètre **Sélectionner** est défini à **Sélectionner** et que le paramètre **Validité** est défini à **Z** ou **-Z**. Dans ce cas, les deux conditions sont combinées pour réaliser un produit. Il peut donc arriver qu'aucune dalle ne remplisse les deux conditions : être sélectionnée et positionnée dans le bon semi-espace.

Remarque : les charges générées à partir d'une charge libre définie ne peuvent être ni déplacées ni copiées. Les fonctions Déplacer les données additionnelles et Copier les données additionnelles sont désactivées pour ces charges.

Charge libre ponctuelle

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge.
Type	La charge ponctuelle peut être une simple force.
Valeur	Spécifie la valeur de la charge.
Validité	Définit la validité de la charge. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Introduction aux charges libres .
Sélectionner	L'utilisateur peut spécifier si tous les éléments seront soumis à cette charge ou seulement les éléments sélectionnés.
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.

Charge de type moment libre

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Définit la direction de base de la charge.
Type	La charge de type moment libre peut uniquement être de type moment.
Valeur - F	Définit la valeur de la charge.
Validité	Définit la validité de la charge. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Introduction aux charges libres .
Sélectionner	L'utilisateur peut spécifier si tous les éléments ou seulement les éléments sélectionnés seront soumis à cette charge.
Système	Indique le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.

Charge libre linéique

Paramètres

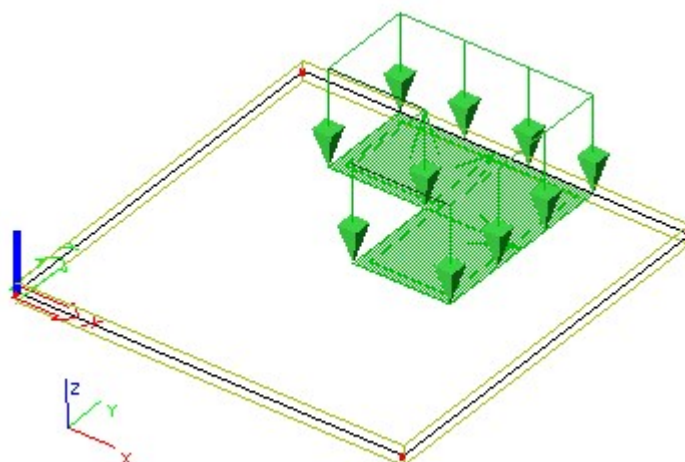
Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge.
Type	La charge peut être une force.
Distribution	La charge peut être soit constante le long du bord, soit linéairement variable (trapézoïdale).
Valeur	Spécifie la valeur de la charge.
Validité	Définit la validité de la charge. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Introduction aux charges libres .
Sélectionner	L'utilisateur peut spécifier si tous les éléments seront soumis à cette charge ou seulement les éléments sélectionnés.
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.
Position	Spécifie si la charge est « placée directement sur un membre incliné » ou si « la projection sur un plan » est définie. (Applicable seulement pour les charges définies dans un SCG).

Charge libre surfacique

Paramètres

Nom	Identifie la charge.
Direction	Spécifie la direction de base de la charge.
Type	La charge peut être une force, une charge de vent, une charge de neige ou une charge prédéfinie.
Distribution	La charge peut être soit constante le long de la dalle, soit linéairement variable (trapézoïdale).
Valeur	Spécifie la valeur de la charge.
Validité	Définit la validité de la charge. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Introduction aux charges libres .
Sélectionner	L'utilisateur peut spécifier si tous les éléments seront soumis à cette charge ou seulement les éléments

	sélectionnés.
Système	Définit le système de coordonnées dans lequel la charge est appliquée.
Position	Spécifie si la charge est « placée directement sur un membre incliné » ou si « la projection sur un plan » est définie. (Applicable seulement pour les charges définies dans un SCG).



The following chapter is currently available only in English.

Input, display and modification of free loads

General procedure for the definition of a new free load

- 1) Start the appropriate function ([free point load](#), [free line load](#), [free surface load](#)).
- 2) Adjust the size and other parameters of the load.
- 3) Input the loading entity (i.e. the loading area/line/point).
- 4) If necessary, make the selection of slabs that should be subject to the load.
- 5) Close the function.

Once the load has been input, it can be selected and its properties are displayed in the Property window. The list of input parameters is extended by a set of Action buttons.

Action buttons for free loads

Generate loads

This button generates the "actual" loads for the selected free load. The visual result of the operation depends on the currently adjusted View parameters (see below).

Hide original load

This action button is available only if the free load was not selected directly but when the generated load was selected by the mouse and the free load "definition" was activated through action button **Display original load**.

Update 2D members selection

If the Validity is set to Selected, this button becomes available and it enables the user to modify the selection of members that are to be subject to the generated load.

Move UCS

This button moves the origin of the selected free loads to the origin of the currently active UCS.

Edit plane load geometry

This button enables you to edit the shape of the free load in the graphical window.

Table edit geometry

This button enables you to edit the coordinates of the vertices of the free load in a table.

Action buttons for loads generated from free loads

Display original load

When you select the generated load, you may display the original input free load through this action button.

Display style for the free loads

The display style of free and generated loads can be controlled by view parameter **Tab Loads / masses > Group Display loads > item Generators**.

Original

Only the inputted free load definition is displayed.

Generated

Only the generated real load is displayed.

Original + Generated

Both the input free load and the generated real load are displayed.

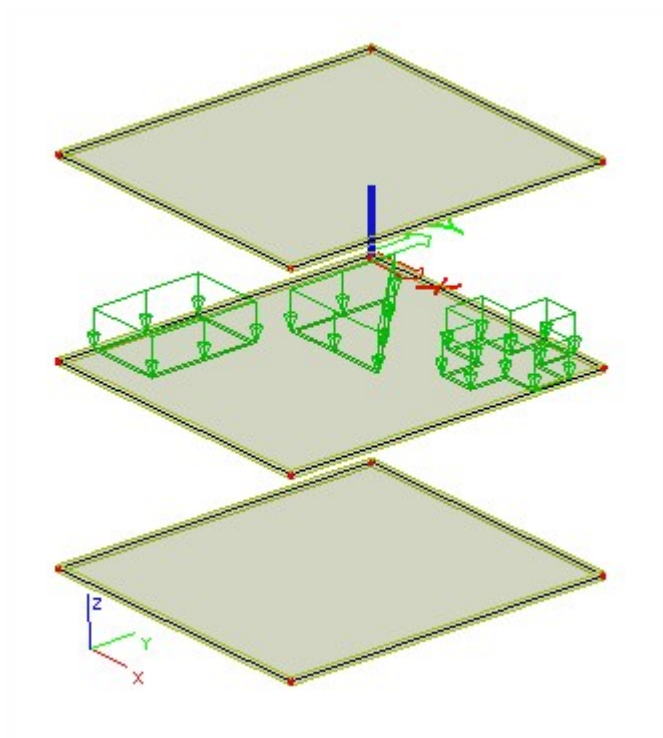
Example

There are three slabs located one above the other. Three free surface loads are defined on the middle slab:

- 1) rectangular: validity = All
- 2) triangular: validity = -Z
- 3) cross-like: validity = +Z (incl. 0)

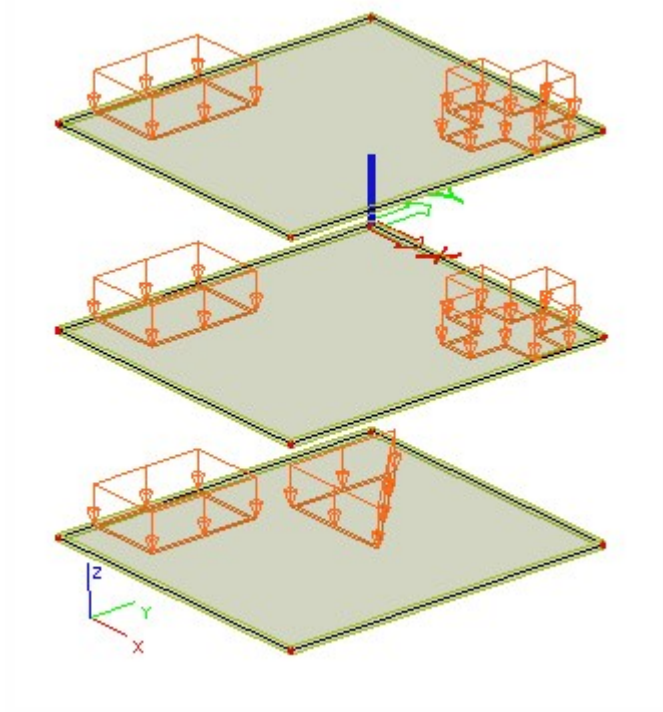
Picture 1

The mentioned view parameter is set to **Original**. Only the defined free loads are visible.



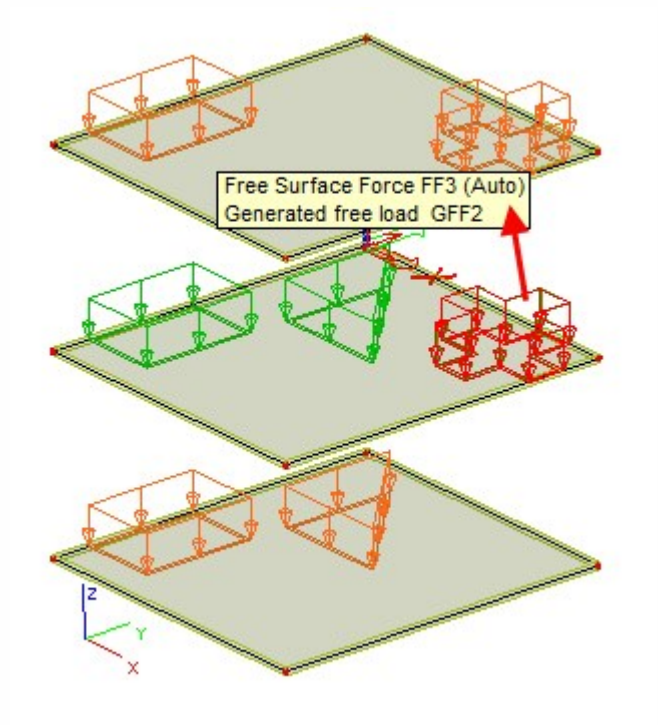
Picture 2

The mentioned view parameter is set to **Generated**. Only the generated loads are visible.



Picture 3

The mentioned view parameter is set to Original + **Generated**. Both the input loads and the generated loads are displayed. You may see in the tooltip that both loads are really displayed (even though they overlap).



Direction de la charge

Direction des charges

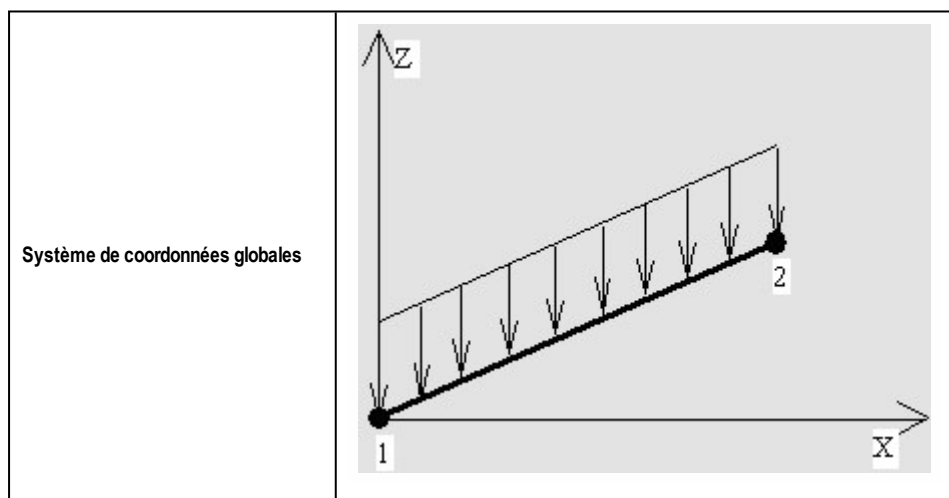
Charge ponctuelle

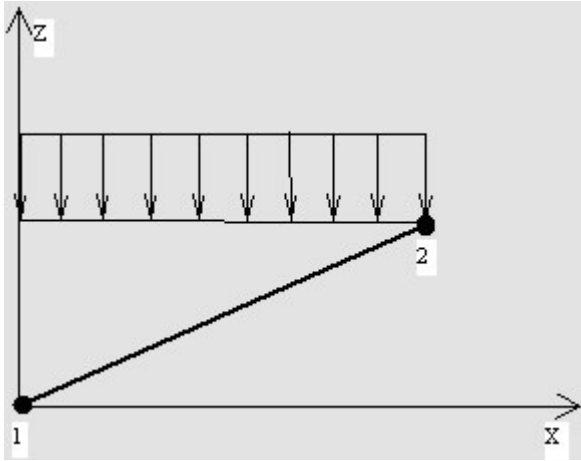
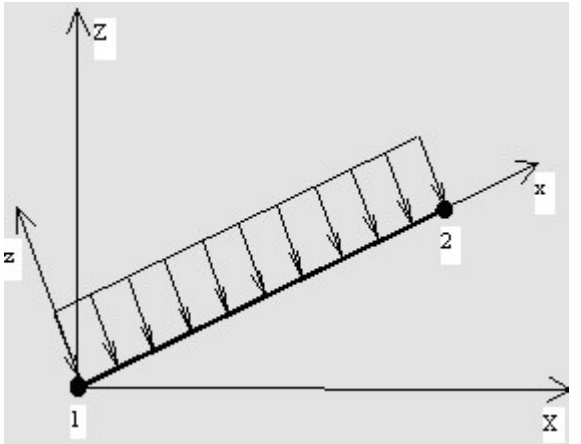
Une charge ponctuelle définie sur un nœud ou sur une barre peut agir dans les directions suivantes :

Système de coordonnées globales	Les forces ponctuelles sur un nœud ou sur une barre peuvent être définies comme agissant dans la direction du système de coordonnées globales.
Système de coordonnées local du nœud	Les forces ponctuelles sur un nœud peuvent agir dans la direction du système de coordonnées local du nœud. Voir aussi le chapitre Géométrie > Nœuds > Définition d'un système de coordonnées local au nœud .
Système de coordonnées local de la barre	Les forces ponctuelles sur une barre peuvent agir dans la direction du système de coordonnées local de la barre.

Charge répartie

Une charge répartie sur une barre peut agir dans les directions suivantes :



Projection dans le système de coordonnées globales	
Système de coordonnées local de la barre	

Moment (ponctuel et réparti)

Système de coordonnées globales	Les moments ponctuels sur un nœud ou sur une barre peuvent être définis comme agissant dans la direction du système de coordonnées globales.
Système de coordonnées local du nœud	Les moments ponctuels sur un nœud peuvent agir dans la direction du système de coordonnées local du nœud. Voir aussi le chapitre Géométrie > Nœuds > Définition d'un système de coordonnées local au nœud.
Système de coordonnées local de la barre	Les moments ponctuels et linéaires sur une barre peuvent agir dans la direction du système de coordonnées local de la barre.

Déplacement ponctuel

Système de coordonnées globales	Un déplacement ponctuel à un nœud peut être défini dans la direction du système de coordonnées globales.
Système de coordonnées	Un déplacement ponctuel à un nœud peut être défini dans la direction du système de

local du nœud	coordonnées local du nœud. Voir aussi le chapitre Géométrie > Nœuds > Définition d'un système de coordonnées local au nœud.
Système de coordonnées local de la barre	Un déplacement ponctuel sur une barre est TOUJOURS défini dans la direction du système de coordonnées local de la barre.

Déformation répartie

Une déformation répartie est TOUJOURS définie dans la direction du système de coordonnées local de la barre.

Définir une nouvelle charge

Définition d'une nouvelle charge ponctuelle sur un nœud

On a recours à une seule et même procédure pour la définition de toutes les charges ponctuelles nodales (charge ponctuelle, moment, déplacement d'appui, rotation au nœud, pression du vent sur un nœud, etc.).

Pour définir une nouvelle charge ponctuelle sur un nœud

1. Lancez la fonction souhaitée depuis le menu d'arborescence **Charges** ou le menu **Arborescence > Charges** :
 - a. [Charge ponctuelle > au nœud](#)
 - b. [Moment > au nœud](#)
 - c. [Déplacement ponctuel > Déplacement d'appui](#)
 - d. [Déplacement ponctuel > Rotation à l'appui](#)
2. Définissez les paramètres de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Sélectionnez les nœuds sur lesquels la charge doit agir.
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge ponctuelle sur une barre

On a recours à une seule et même procédure pour la définition de toutes les charges ponctuelles sur une barre (charge ponctuelle, moment, déplacement au nœud, rotation au nœud, pression du vent sur un nœud, etc.).

Pour définir une nouvelle charge ponctuelle sur une barre

1. Lancez la fonction souhaitée depuis le menu d'arborescence **Charges** ou le menu **Arborescence > Charges** :
 - a. [Charge ponctuelle > sur une barre](#)
 - b. [Moment > sur barre](#)
 - c. [Déplacement ponctuel > déplacement relatif](#)
 - d. [Déplacement ponctuel > rotation relative sur barre](#)
2. Définissez les paramètres de la charge et sa taille.
3. Entrez la position de la charge sur la barre.
4. Tapez le nombre de répétitions de la charge et entrez la distance entre les charges.
5. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.

6. Sélectionnez les barres sur lesquelles la charge doit agir.
7. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge répartie sur une barre

On a recours à une seule et même procédure pour la définition des charges réparties (charge linéique, moment réparti, déformation répartie, rotation relative, pression de vent sur une barre, etc.).

Pour définir une nouvelle charge répartie sur une barre

1. Lancez la fonction souhaitée depuis le menu d'arborescence **Charges** ou le menu **Arborescence > Charges** :
 - a. [Charge répartie – sur barre](#)
 - b. [Moment réparti – sur barre](#)
 - c. [Déformation répartie > déplacement relatif](#)
 - d. [Déformation répartie > rotation relative](#)
2. Définissez les paramètres de la charge et sa taille.
3. Entrez les points de début et de fin de la charge sur la barre. (seulement pour des forces, vu que les déplacements imposés sont appliqués à toute la barre.)
4. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
5. Sélectionnez les barres sur lesquelles la charge doit agir.
6. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle température sur une barre

Pour définir une nouvelle charge thermique :

1. Ouvrez la fonction **Température sur une barre** depuis le menu d'arborescence **Charges** ou le menu **Arborescence > Charges** :
2. Spécifiez les [paramètres de la charge](#).
3. Entrez les points de début et de fin de la charge sur la barre.
4. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
5. Sélectionnez les barres sur lesquelles la charge doit agir.
6. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge linéique sur le bord d'une dalle

Pour définir une nouvelle charge linéique sur le bord d'une dalle :

1. Ouvrez la fonction **Charge répartie > Sur le bord d'une dalle** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.

2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Sélectionnez les bords sur lesquels la charge doit être appliquée.
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge répartie sur une dalle

Pour définir une nouvelle charge répartie sur une dalle :

1. Ouvrez la fonction **Charge répartie > Sur une dalle** via le menu **Arbre > Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Sélectionnez les dalles sur lesquelles la charge doit être appliquée (vous pouvez sélectionner à la fois les dalles principales et des sous-régions).
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge thermique sur une dalle

Pour définir une nouvelle charge thermique sur une dalle :

1. Ouvrez la fonction **Charge thermique sur une dalle** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Sélectionnez les dalles sur lesquelles la charge doit agir.
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge libre ponctuelle

Pour définir une nouvelle charge libre ponctuelle :

1. Ouvrez la fonction **Charge ponctuelle > Libre** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Définissez le ou les points sur lesquels la charge doit être appliquée.
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge libre linéique

Pour définir une nouvelle charge libre linéique :

1. Ouvrez la fonction **Charge linéique > Libre** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Définissez la ligne ou le polygone de chargement.
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle charge libre répartie

Pour définir une nouvelle charge libre répartie :

1. Ouvrez la fonction **Charge répartie > Libre** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Définissez la zone de chargement (ex. un polygone fermé).
5. Fermez la fonction.

Définition d'une nouvelle déformation d'une dalle

Pour définir une nouvelle déformation d'une dalle :

1. Ouvrez la fonction **Déformation d'une dalle, courbure** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Sélectionnez les dalles sur lesquelles la charge doit être appliquée.
5. Fermez la fonction.

Définition rapide de certaines charges

Certains types de charges parmi les plus utilisés peuvent être définis très rapidement à l'aide des boutons de la barre d'outils située au-dessus de la ligne de commande.

La barre d'outils n'apparaît que quand le service **Charges** est ouvert. Les boutons permettent de définir les types de charges suivants :

- force ponctuelle sur un nœud (),
- force ponctuelle sur une barre (),
- deux forces ponctuelles uniformément distribuées sur 1 barre (



- trois forces ponctuelles uniformément distribuées sur 1 barre (),
- quatre forces ponctuelles uniformément distribuées sur 1 barre ()
- charge répartie sur une barre ().

Ces boutons lancent la fonction correspondante avec des paramètres par défaut. Les paramètres sont illustrés dans la fenêtre de propriétés et peuvent être modifiés.

Pour définir rapidement des types de charges spécifiques

1. Démarrez le service **Charges**.
2. La barre d'outils apparaît à l'écran.



3. Cliquez sur un des boutons.
4. Si nécessaire, modifiez des valeurs dans la fenêtre de propriétés.
5. Sélectionnez les entités sur lesquelles la charge doit être appliquée.
6. Fermez la fonction.



Remarque : La définition rapide de charge ne fonctionne pas si le cas de charge courant est de type Poids propre, Vent ou Neige.

Modifier une charge existante

Modification des paramètres d'une charge

Une charge est une entité standard de Scia Engineer. Dès lors, elle peut être modifiée comme les autres types d'entités. Comme les appuis, elle appartient aux [données additionnelles](#) d'un projet de Scia Engineer. La procédure de modification d'une charge est donc identique à la [modification des paramètres d'un modèle](#) (p.ex. appuis, etc.).

Déplacement d'une charge

Une charge est une entité standard de Scia Engineer. Dès lors, elle peut être modifiée comme les autres types d'entités. Comme les appuis, elle appartient aux [données additionnelles](#) d'un projet de Scia Engineer. La procédure pour déplacer une charge est donc identique à la [procédure de déplacement des données d'un modèle](#) (voir le chapitre **Données du modèle > Modification des données existantes d'un modèle > Déplacement des données d'un modèle**).

Copie d'une charge

Une charge est une entité standard de Scia Engineer. Dès lors, elle peut être modifiée comme les autres types d'entités. Comme les appuis, elle appartient aux [données additionnelles](#) d'un projet de Scia Engineer. La procédure de copie d'une charge est donc identique à la [procédure de copie des données du modèle](#) (voir chapitre **Données du modèle > Modification des données existantes d'un modèle > Copie des données d'un modèle**).

Suppression d'une charge

Une charge est une entité standard de Scia Engineer. Dès lors, elle peut être modifiée comme les autres types d'entités. Comme les appuis, elle appartient aux [données additionnelles](#) d'un projet de Scia Engineer. La procédure de suppression d'une charge est donc identique à la [procédure de suppression des données du modèle](#) (voir le chapitre **Données du modèle > Modification des données existantes d'un modèle > Suppression des données d'un modèle**).

Modification de la forme d'une charge libre

Si nécessaire, vous pouvez modifier la forme d'une charge libre (répartie ou surfacique). La procédure est identique pour les deux types de charges ; seul le nom de la fonction à utiliser diffère.

Pour modifier la géométrie d'une charge libre

1. Sélectionnez la charge à modifier.
2. Dans la fenêtre des propriétés, cliquez sur le bouton :
 - a. **Modifier la géométrie de la charge polygonale** pour une charge répartie,
 - b. **Modifier la géométrie plane** pour une charge surfacique.
3. Si nécessaire, effectuez un glisser-déposer pour déplacer les sommets de la géométrie de la charge.
4. Utilisez le menu contextuel et la fonction adéquate pour insérer ou supprimer un sommet.
5. Utilisez le menu contextuel et la fonction requise pour annuler ou terminer la modification.

Cas de charge

Cas de charge – Introduction

Les charges individuelles ne sont pas définies librement. Elles doivent être reprises dans des cas de charge. Les cas de charge correspondent à la terminologie professionnelle définie dans les normes techniques nationales relatives aux charges sur les constructions. L'application des cas de charge dans Scia Engineer suit la procédure classique de gestion des charges, obligatoire dans la pratique de l'ingénierie civile.

Il est possible de définir de nombreux [paramètres pour un cas de charge](#) afin de contrôler la façon dont le programme traite chaque cas de charge et en particulier les charges qui y sont définies.

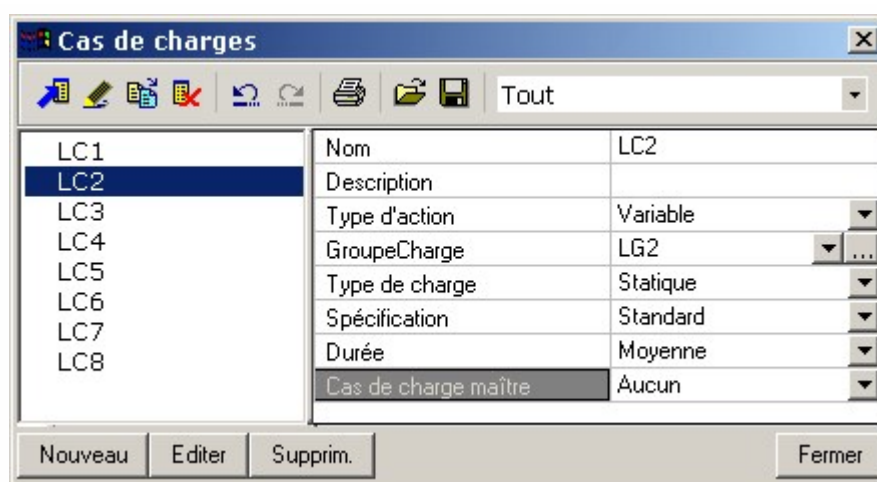
Gestionnaire des cas de charge

Le **Gestionnaire des cas de charge** est un [gestionnaire standard de Scia Engineer](#). Il gère les opérations de base des cas de charge :

- création d'un nouveau cas de charge,
- modification des cas de charge existants,
- suppression des cas de charge existants,
- impression des informations relatives aux cas de charge existants,
- enregistrement et lecture de cas de charge existants dans et à partir d'un fichier externe.

Le **Gestionnaire des cas de charge** peut être ouvert comme suit :

- en utilisant la fonction **Arborescence > Cas de charge, combinaisons > Cas de charge**,
- en utilisant la fonction de l'arborescence **Cas de charge, combinaisons > Cas de charge**.



Définition d'un nouveau cas de charge

Pour définir un nouveau cas de charge

1. Ouvrez le [Gestionnaire des cas de charge](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau**.
3. Un nouveau cas de charge est créé.
4. Cliquez sur le bouton **Modifier** pour ouvrir la boîte de dialogue d'édition.
5. Entrez les valeurs des [paramètres de cas de charge](#).
6. Confirmez par **OK**.
7. Si nécessaire, répétez les étapes 2 à 6.
8. Fermez le **Gestionnaire de cas de charge**.



Remarque : Par défaut, le premier cas de charge est automatiquement créé dès qu'un nouveau projet est ouvert. Le cas de charge par défaut est le **Poids propre**. Si l'utilisateur ne définit et n'active pas un autre cas de charge, il est impossible de définir une charge (excepté le poids propre). Voir aussi la remarque 1 dans le chapitre [Introduction](#).

Définition des paramètres d'un cas de charge

Les paramètres d'un cas de charge contrôlent la façon dont le programme traite les charges insérées dans le cas de charge.

Paramètres de base

Nom	Utilisé pour identifier le cas de charge.
Description	Permet d'ajouter des informations concernant le cas de charge.
Type	Définit le type de cas de charge.
Groupe de charges	Classe les cas de charge en groupes de charges .

Type de cas de charge

Les types de cas de charge peuvent être classés en :

Permanent	Définit les charges permanentes.
Variable	Définit les charges variables dans le projet

Les autres paramètres dépendent de la définition du type de cas de charge.

Paramètres des charges permanentes

Type (sous-type)

Poids propre	Spécifie un cas de charge ou le poids propre de la structure est appliqué automatiquement.
Standard	Spécifie un cas de charge standard où les actions sont définies par l'utilisateur.
Fluage	Utilisé pour les calculs TDA (analyse phases de construction et effets différés).
Précontrainte	Utilisé pour le calcul des structures précontrainte.
Effets primaires	Utilisé pour le calcul des effets primaires.



Remarque : la liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Certains types de cas de charge peuvent n'apparaître que pour certains types spécifiques d'analyse. la liste ci-dessus n'est pas exhaustive. La signification des cas de charges spéciaux est détaillée dans les chapitres appropriés.

Direction

Cette option indique au programme la direction dans laquelle le poids propre agit.

Paramètres des charges variables

Type (sous-type)

Statique	Cas de charge utilisé pour des calculs statiques.
Dynamique	Cas de charge utilisé pour des calculs dynamiques.
Effets primaires	Utilisé pour le calcul des effets primaires.



Remarque : la liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Certains types de cas de charge peuvent n'apparaître que pour certains types spécifiques d'analyse. la liste ci-dessus n'est pas exhaustive. La signification des cas de charges spéciaux est détaillée dans les chapitres appropriés.

Définition d'un cas de charge statique

Standard	Définit un cas de charge statique général. N'importe quelle charge peut être définie dans un tel cas de charge.
Température	Définit un cas de charge pour des charges thermiques.
Vent statique	Définit un cas de charge pour des charges de vent. Seules des charges de vent peuvent y être définies

Tremblement de terre	Définit un cas de charge pour une analyse sismique.
Neige	Définit un cas de charge pour des charges de neige. Seules des charges de neige peuvent y être définies.

Coefficient

Le coefficient définit le facteur utilisé pour le cas de charge lors de la génération de la combinaison de cas de charge. Ce paramètre n'est défini que pour certaines normes.

Durée

Pour des charges statiques standard, il est possible de définir la durée de l'impact d'une charge.

Long	Utilisé pour des calculs non linéaires de déformation pour structures en béton.
Moyenne	Utilisé pour vérifier des structures en bois.
Bref	Type par défaut.
Instantané	Utilisé pour vérifier des structures en bois.

Toutes les charges statiques standard sont prises en compte pour la génération de combinaisons de cas de charge en tant que charge variable normale. Les charges de longue et de courte durée sont appliquées seulement pour des combinaisons dans le cas de calcul de déformation de structures en béton à l'état limite ultime. Les charges de durée moyenne et instantanée ne sont prises en compte que pour la vérification de structure en bois.

Cas de charge maître

Il est possible d'indiquer qu'un cas de charge particulier doit être inclus dans une combinaison de cas de charge UNIQUEMENT si un autre cas de charge spécifique y est inclus également. L'option **Cas de charge maître** indique au programme qu'un cas de charge particulier est lié à un autre (le cas de charge maître).

Un cas de charge maître est valable pour tous les cas de charge d'un groupe de charges.

Par exemple :

CC1 est dans GC1

CC2 est dans GC1

Si CC3 est défini comme cas de charge maître pour CC2, il est aussi défini automatiquement pour CC1.

	Remarque : les cas de charge du même groupe ne peuvent avoir qu'un seul cas de charge maître.
---	---

	Imaginons un groupe de charges avec n cas de charge. Si vous définissez un cas de charge maître pour un de ces cas de charge, tous les autres cas du groupe se voient automatiquement affecter le même cas de charge maître.
---	--

Autres paramètres

Il existe d'autres paramètres disponibles pour chaque cas de charge. Ces paramètres additionnels dépendent de la norme définie pour le projet. La signification des paramètres additionnels est basée sur les articles correspondant des normes

appropriées ; ce sujet sort du cadre de ce guide et ne sera pas traité ici.



Remarque : Les paramètres peuvent conditionner l'utilisation du programme. Par exemple, si l'utilisateur définit un nouveau cas de charge de type Vent statique, le service **Charges** ne lui permettra par la suite que de définir des charges de vent.

Utilisation des cas de charge

Un cas de charge est utilisé pour chaque nouvelle charge. Pour définir une nouvelle charge, un cas de charge particulier doit être activé.

Pour définir un cas de charge dans le service Charges

1. Ouvrez le service **Charges**.
2. La liste déroulante des cas de charge définis se trouve en haut de l'arborescence.
3. Utilisez cette liste pour sélectionner et définir le cas de charge souhaité.
4. Toutes les nouvelles charges définies ultérieurement seront ajoutées au cas de charge sélectionné dans la liste déroulante.

Il est également possible de ne changer que le cas de charge affiché dans la fenêtre graphique.

Pour définir le cas de charge affiché à l'aide du bouton de contrôle de la fenêtre

1. Cliquez sur le bouton **Définir le cas de charge à afficher** () situé dans la barre d'outils de la fenêtre (dans la barre de défilement inférieure de la fenêtre).
2. La liste des cas de charge définis s'affiche à l'écran.
3. Sélectionnez le cas de charge.
4. Le cas de charge souhaité s'affiche.



Remarque 1 : Le style d'affichage des charges est défini par les [paramètres d'affichage](#). Par défaut, le service **Charges** active les paramètres d'affichage relatifs aux charges. Dès lors, tant que vous êtes dans ce service, les charges s'affichent automatiquement. Cependant, dès que vous fermez le service **Charges**, le programme retourne aux paramètres d'affichage standard. Si les paramètres d'affichage des charges sont désactivés, les charges définies disparaissent de l'écran. Elles NE disparaissent PAS du projet ; elles ne sont plus affichées. Pour visualiser les charges, même en dehors du service **Charges**, activez les [paramètres d'affichage](#) appropriés.



Remarque 2: La définition du cas de charge actif pour les résultats fait partie du service **Résultats** et est décrit dans le chapitre correspondant.

Cas de charge dynamiques

Cas de charge dynamiques

Les cas de charge dynamiques couvrent :

- Réponse à une sollicitation harmonique,
- Réponse à une sollicitation sismique.

Un calcul dynamique est effectué pour les cas de charge dynamiques en même temps que le calcul statique. Les cas de charge dynamiques peuvent être librement combinés aux cas de charge statiques. Ainsi, Scia Engineer permet de combiner et d'évaluer directement les résultats des analyses statiques et dynamiques. Par exemple, tant le vent statique que le vent dynamique peuvent être inclus dans un groupe choisi, et le programme détermine lequel est le plus défavorable.

Les cas de charge dynamiques ne peuvent être définis qu'après l'introduction des groupes de masses et combinaisons de groupes de masses. Un cas de charge dynamique est défini tout comme un cas de charge variable standard ; seul son type doit être déclaré comme dynamique. Les charges, habituellement mais non exclusivement des charges nodales, peuvent alors être définis dans ces cas de charge.

Un coefficient de pondération peut être défini pour les cas de charge dynamiques. Sa signification est la même que pour les cas de charge statiques. Les autres paramètres dépendent du type du cas de charge dynamique.

La signification de la charge nodale diffère en fonction du type de cas de charge dynamique. Aucune charge n'apparaît dans un problème aux fréquences propres ou dans un calcul sismique. Pour les sollicitations harmoniques, les valeurs des charges doivent être spécifiées.

Dans le cas du vent dynamique, les charges de vent statique sont définies. La valeur est de 1 kN/m² indépendamment de la hauteur (c'est-à-dire le produit de la surface afférant au nœud par le coefficient de forme). Pour une vibration orthogonale, il faut spécifier la longueur des parties cylindriques de la structure soumises à vibration correspondant au nœud donné.

Définition d'un nouveau cas de charge dynamique



Remarque : Avant la définition du premier cas de charge, il est nécessaire d'avoir au moins défini une combinaison de groupes de masses. De plus, l'option Dynamique doit avoir été sélectionnée dans la liste des **Fonctionnalités** de la boîte de dialogue [Paramètres du projet](#).

Un nouveau cas de charge dynamique peut être défini dans le [Gestionnaire des cas de charge](#). Un cas de charge dynamique se définit comme un cas de charge statique, mais ses propriétés sont différentes.

Pour définir un cas de charge dynamique

1. Ouvrez le **Gestionnaire des cas de charge**.
2. Appuyez sur le bouton **Nouveau** pour créer un nouveau cas de charge.
3. Définissez **Variable** comme **Type d'action**.

4. Définissez **Dynamique** pour **Type de charge**.
5. Sélectionnez la **Spécification**.
6. Cliquez sur le bouton **Paramètres** pour définir les paramètres requis pour le type de cas de charge dynamique choisi.
7. Fermez le **Gestionnaire de cas de charge**.

Comme pour les cas de charge statiques, les cas de charge dynamiques doivent être placés dans un groupe de charges variables. Des règles identiques sont appliquées pour la répartition en groupes et la génération de combinaisons pour les cas de charge statiques et dynamiques.



IMPORTANT : si l'option choisie pour la **spécification** du cas de charge est **Dynamique temporelle**, le programme génère de nouveaux cas de charge. Ces cas de charge sont utilisés pour stocker les résultats du calcul : efforts internes, déformations et réactions. Bien que ces cas de charge contiennent des résultats, il est impossible d'évaluer la contrainte dans les barres (ni par des contrôles de contrainte standard, ni par des contrôles selon les normes acier/béton). De plus, si un cas de charge de ce type est inclus dans une combinaison de cas de charge, la contrainte ne peut pas être évaluée pour cette combinaison (dans la mesure où elle est définie comme nulle).



The following chapter is currently available only in English.

Defining a new load case for general dynamics

A general procedure for the definition of a dynamic load case is given in chapter [Defining a new dynamic load case](#).

Parameters

Total time

Time for the analysis.

Integration step

If option Auto is ON, the program defines automatically the integration step based on the smallest period in the analysis.

If option Auto is OFF, the user has to define the integration step manually.

Output step

The user defines the steps he wants in output (it must be greater than the steps for the calculation, but a warning is issued when the input is not valid)

Log. decrement

Define damping in the general dynamic analysis.

Définir un cas de charge harmonique

La procédure générale pour la définition d'un cas de charge dynamique est donnée au chapitre [Définir un nouveau cas de charge dynamique](#). Le cas de charge harmonique requiert l'introduction des paramètres suivants:

Décrément logarithmique	La vitesse à laquelle l'amplitude diminue nous donne une mesure de l'amortissement dans un système. Il est question du décrément logarithmique . Il est défini comme le logarithme naturel du rapport entre
--------------------------------	--

	deux amplitudes successives quelconques.
Fréquence	La fréquence des sollicitations, exprimée en Hz.



Remarque : Avant la définition du premier cas de charge, il est nécessaire d'avoir au moins défini une combinaison de groupes de masses. De plus, la Dynamique doit avoir été choisie dans la liste des **Fonctionnalités** du dialogue [Paramètres du projet](#).

Définition d'un cas de charge sismique

La procédure générale pour la définition d'un cas de charge dynamique est décrite au chapitre [Définition d'un nouveau cas de charge dynamique](#).

Paramètres d'un cas de charge sismique

Spectre sismique X	Si cette option est activée, l'utilisateur peut choisir le spectre utilisé pour la direction X. La liste reprend tous les spectres de la bibliothèque (voir Définition du spectre sismique). Le bouton situé à côté de la liste déroulante ouvre le gestionnaire des spectres et l'utilisateur peut modifier un spectre existant ou en ajouter un nouveau. Pour plus d'informations à propos de la définition des spectres, consultez le chapitre Définition du spectre sismique .
Spectre sismique Y	Idem pour la direction Y.
Spectre sismique Z	Idem pour la direction Z.
Direction X	Les forces sismiques équivalentes sont calculées à partir des masses définies sur la structure et de l'accélération. Les valeurs dans ce champ et dans les deux autres en dessous (pour les deux autres directions) définissent la direction dans laquelle le séisme agit. Une valeur de 1 signifie un plein effet selon cet axe. 0 signifie aucun effet dans cette direction.
Direction Y	Idem pour la direction Y.
Direction Z	Idem pour la direction Z.
Coefficient d'accélération	Toutes les valeurs des accélérations dans le tableau du spectre sont multipliées par cette valeur.
Renversement	Ce champ spécifie la hauteur d'un point autour duquel la structure peut se renverser. Cette hauteur est mesurée à partir de l'origine des axes globaux. Le moment de renversement final est considéré par rapport à ce point.
Type d'évaluation	Il y a deux approches de base disponible pour l'évaluation des résultats de l'analyse sismique. Voir ci-dessous.

Type d'évaluation

Somme	La valeur résultante obtenue est la racine carrée des carrés des valeurs pour les différents modes propres. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Charges sismiques.
Extrême	Le résultat tient compte de la valeur extrême. Pour plus d'informations, consultez le chapitre Charges sismiques.
CQC	Une évaluation selon la méthode CQC (Combinaison Quadratique Complète) peut être appliquée. Cette méthode tient compte du diagramme amortissement – fréquence. Le bouton [...] ouvre le Gestionnaire des amortissements (qui est un Gestionnaire de bibliothèque standard de Scia Engineer).

Mode prédominant

Résultats signés	Si cette option est activée, la forme propre sélectionnée dans la liste déroulante ci-dessous est utilisée pour la définition des signes des résultats. Ce mode affecte les résultats pour les barres et les surfaces. Lorsque le cas de charge est utilisé dans une combinaison, il est combiné une fois avec le coefficient 1 et une autre avec le coefficient -1.
Forme du mode	Si l'option ci-dessus est activée, l'utilisateur peut définir le mode prédominant, c'est-à-dire celui qui détermine le signe des résultats. Il est possible de choisir l'option par défaut ou un nombre compris entre 1 et le nombre total de formes propres sélectionnées. L'option par défaut correspond à la forme propre ayant le rapport de masse le plus élevé. Remarque : Le programme peut difficilement définir le « mode prédominant » de façon automatique dans la mesure où il s'agit d'un programme 3D qui calcule la masse suivant trois directions, à savoir X, Y et Z.

Formes propres multiples

Cette fonctionnalité peut être utilisée dans l'analyse sismique si la racine carrée de la somme des carrés (SRSS) est utilisée. Les modes sont combinés si la condition de précision est satisfaite.

Méthode SRSS classique (racine carrée de la somme des carrés)

$$R = \sqrt{R_{(1)}^2 + R_{(2)}^2 + R_{(3)}^2 + R_{(4)}^2 + R_{(5)}^2 + \dots}$$

Méthode SRSS avec plusieurs modes

$$\text{Si précision} \quad 1 - \frac{\omega_{(i)}}{\omega_{(j)}} \leq$$

où

$$i < j; \omega_{(i)} \leq \omega_{(j)}$$

les modes (i) et (j) sont multiples. Par exemple :

$$R = \sqrt{R_{(1)}^2 + (R_{(2)} + R_{(3)})^2 + R_{(4)}^2 + R_{(5)}^2 + \dots}$$

où les modes 2 et 3 sont multiples.

Unifier les modes	Si cette option est activée, les modes réunissant la condition de précision sont considérés comme multiples.
Précision	La précision est la condition que doivent respecter des modes pour être qualifiés de multiples.

Masse dans l'analyse

Masse participante seule	Si seule la masse participante est prise en compte dans l'analyse, et non l'ensemble des modes, des erreurs surviennent (puisque, en termes simples, toute la masse n'est pas incluse dans l'analyse). Ce type d'erreur peut être corrigé à l'aide des deux options suivantes.
Masse manquante dans les modes	Le programme recalcule la masse manquante dans les modes déjà calculée (p. ex. le nombre de modes sélectionnés par l'utilisateur).
Mode résiduel	La méthode « Mode résiduel » définit la masse manquante sous la forme d'un « poids » (par exemple, un cas de charge standard). Le résultat de ce cas de charge est traité comme un « mode supplémentaire ».

Remarques concernant les options Masse manquante dans les modes et Mode résiduel

Les deux méthodes (**Masse manquante dans les modes** et **Mode résiduel**) sont conçues pour les grands modèles, qui rendent difficile le calcul des modes minimaux. La norme française requiert par exemple tous les modes jusqu'à 33 Hz. Vous devez ensuite examiner le coefficient de participation.

Les résultats obtenus ne sont jamais précis si vous ne calculez que deux modes et considérez le reste comme masse manquante et mode résiduel. Bien évidemment, cela n'est pas souhaitable.

La sélection affecte les résultats 1d, 2d

Redistribution de la masse manquante dans les modes connus

Cette opération consiste à répartir la masse manquante dans les modes connus et à calculer les déformations modales puis les efforts modaux.

Les résultats sont ensuite additionnés en fonction de la règle sélectionnée : SRSS, CQC ou MAX.

Nous proposons d'affecter la masse manquante aux modes propres connus. Supposons que nous ayons déterminé k modes propres, où :

$$M_{ef,k} = \sum_{j=1}^{n_{freq}} M_{ef,k,j} < M_{total,k}$$

k est la direction

$M_{ef,k}$ est la masse effective

La masse manquante peut être écrite comme suit :

$$^{miss}M_k = M_{total,k} - M_{ef,k}$$

Le rapport entre la masse effective et la masse manquante est :

$$r_a = \frac{{}^{miss}M_k}{M_{eff,k}}$$

Nous pouvons écrire les formules comme suit :

$${}^{miss}M_{eff,k(j)} = r_k \cdot M_{eff,k(j)}$$

$${}^{miss}\Gamma_{(j),k} = \text{sgn}(\Gamma_{(j),k}) \cdot \left(\sqrt{M_{eff,k(j)} + {}^{miss}M_{eff,k(j)}} - |\Gamma_{(j),k}| \right) \quad \text{sgn}(\Gamma_{(j),k}) = \pm 1$$

Ensuite :

$$\{\mathbf{u}\}_{(j)} = \{\boldsymbol{\phi}\}_{(j)} \frac{\sum_{k=x,y,z} (\Gamma_{(j),k} \cdot S_{a,k}(\omega_{(j)}, \xi)) + \sum_{k=x,y,z} ({}^{miss}\Gamma_{(j),k} \cdot S_{a,miss,eff})}{\omega_{(j)}^2}$$

La masse manquante est définie sous la forme d'un mode supplémentaire calculé comme un cas de charge statique équivalent.

Elle est calculée dans chaque nœud comme la différence entre la masse totale et la masse effective.

$$M_{eff,k,i} = \sum_{k=1}^{nFreq} M_{eff,k,i(j)} < M_{total,k,i}$$

k est la direction

i est le nœud

j est le mode

$M_{eff,k,i}$ représente la masse effective (direction k, nœud i).

La masse manquante peut être écrite comme suit :

$${}^{miss}M_{k,i} = M_{total,k,i} - M_{eff,k,i}$$

Un cas de charge statique classique est calculé et traité comme un mode « réel ».

Pour chaque direction k, sélectionnée via l'interface **Charge sismique générale**, l'amplitude de la charge statique est calculée comme suit :

$$S_{a,k(cutoff)} \times {}^{miss}M_{k,i}$$

Sa_k est l'accélération à la fréquence de coupure suivant k (dernière fréquence calculée),

$MissM_{k,i}$ est la masse manquante (direction k, nœud i).

Ensuite, le mode supplémentaire est additionné en fonction de la règle sélectionnée : SRSS, CQC ou MAX.

Remarque : pour CQC, nous ne supposons aucune corrélation avec les autres modes (c'est-à-dire que la valeur absolue est ajoutée).

Remarque 1 :

La direction des charges équivalentes statiques est la même que celle sélectionnée par l'utilisateur dans le spectre.

Remarque 2 :

Si l'utilisateur introduit une charge sismique suivant deux ou trois directions globales, alors la masse équivalente statique dans le mode résiduel est calculée suivant ces deux ou trois directions globales en tenant compte des directions définies.

Remarque 3 :

Le programme ne vérifie pas le niveau de la fréquence de coupure. C'est à l'utilisateur de le faire.



Remarque : Avant de définir un premier cas de charge, il est nécessaire d'avoir au moins défini une combinaison de groupes de masses. De plus, l'option Dynamique doit avoir été sélectionnée dans la liste des **Fonctionnalités** de la boîte de dialogue [Paramètres du projet](#).

Définition du spectre sismique

Un nouveau spectre sismique peut être défini dans le **Gestionnaire des spectres sismiques**, qui peut aussi être utilisé pour modifier un spectre précédemment introduit. Ce gestionnaire est analogue aux autres [Gestionnaires de bibliothèques de Scia Engineer](#).

Appuyer sur le bouton **Nouveau** dans le gestionnaire ouvre le dialogue pour l'introduction d'un nouveau spectre sismique. Cette boîte de dialogue contient les contrôles suivants : Les contrôles du premier tableau ci-dessous peuvent être utilisés pour définir un spectre arbitraire.

Les contrôles du second tableau ci-dessous permettent de définir les spectres sismiques des normes nationales.

Spectre sismique général

Fenêtre graphique	Affiche le diagramme fréquence-accélération du spectre défini.
Tableau	Contient les valeurs des fréquences et des accélérations correspondantes.
Nom	Identifie le spectre
boutons de contrôle	Permet de confirmer ou d'annuler des valeurs introduites.

Spectre sismique national

En plus des contrôles décrits dans le tableau ci-dessus, la définition des spectres sismiques pour une norme nationale particulière offre les options suivantes (lorsqu'un spectre sismique est défini suivant une norme nationale particulière, le tableau pour l'introduction des valeurs est désactivé).

Type d'affichage	Fréquence : l'axe horizontal affiche la fréquence. Période : l'axe horizontal affiche le temps.
Type d'introduction	Introduction des données : cette option permet d'introduire les données manuellement dans le tableau. "Norme nationale particulière" : pour cette option, les valeurs proviennent automatiquement des normes nationales sélectionnées. Les spectres des pays suivants sont disponibles : • Inde • Tchéquie • Slovaquie • Autriche • France • Allemagne • Eurocode • Italie • Suisse
Fréquence max.	Cette option limite le spectre.
Pas	Définit la "densité" de définition du spectre.
Norme	Ce bouton affiche une boîte de dialogue qui permet de définir d'autres paramètres utilisés dans la norme nationale sélectionnée.

Cette boîte de dialogue est intuitive et similaire aux autres boîtes de dialogue de définition de courbes dans Scia Engineer (p.ex. comme au chapitre [Données avancées > Déformations initiales > Courbe de déformations initiales](#)).



The following chapter is currently available only in English.

Seismic spectrum IBC 2006

Procedure to input a new IBC 2006 seismic spectrum

- 1) Expand branch **Libraries** of the main tree menu.
- 2) Expand subbranch **Loads**.
- 3) Call function **Seismic spectrum** to open the **SeismicSpectrum Manager**.
- 4) Click button **[New]**.
- 5) In combo box **Input type** select option IBC 2006.

- 6) Review and, if required, adjust the spectrum parameters.
- 7) Click button **[Code parameters]** to review or modify the code-defined parameters of the spectrum.
- 8) Confirm the code parameters with **[OK]**.
- 9) Click **[OK]** to confirm the spectrum.
- 10) Close the **SeismicSpectrum Manager**.

Code parameters

Type of spectrum

DCE : design considered earthquake

MCE: maximal considered earthquake

Coefficient of acceleration

It defines A_n (nominal acceleration) as a % from the gravity.

If the user enters value X , then A_n get the value, $X \cdot g$ ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Nominal acceleration

Multiplies the spectrum S_a (which is defined as a % of the gravity).

Site class

Site class is based on soil properties.

Please note that site coefficients F_a and F_v are defined for classes A, B, C, D, E, but not for Class F.

Default site coefficient of class F are by default all zero. (Here we suppose that the user defines them, because it represents a very particular case).

Ss, S1

Ss, S1: mapped acceleration parameters.

They are defined as a % of the gravity.

TL, T0, Ts

Default $T_L = 3s \cdot V$

validation: $T_L \geq T_S$ and T_S is calculated as in background.

Fa, Fv

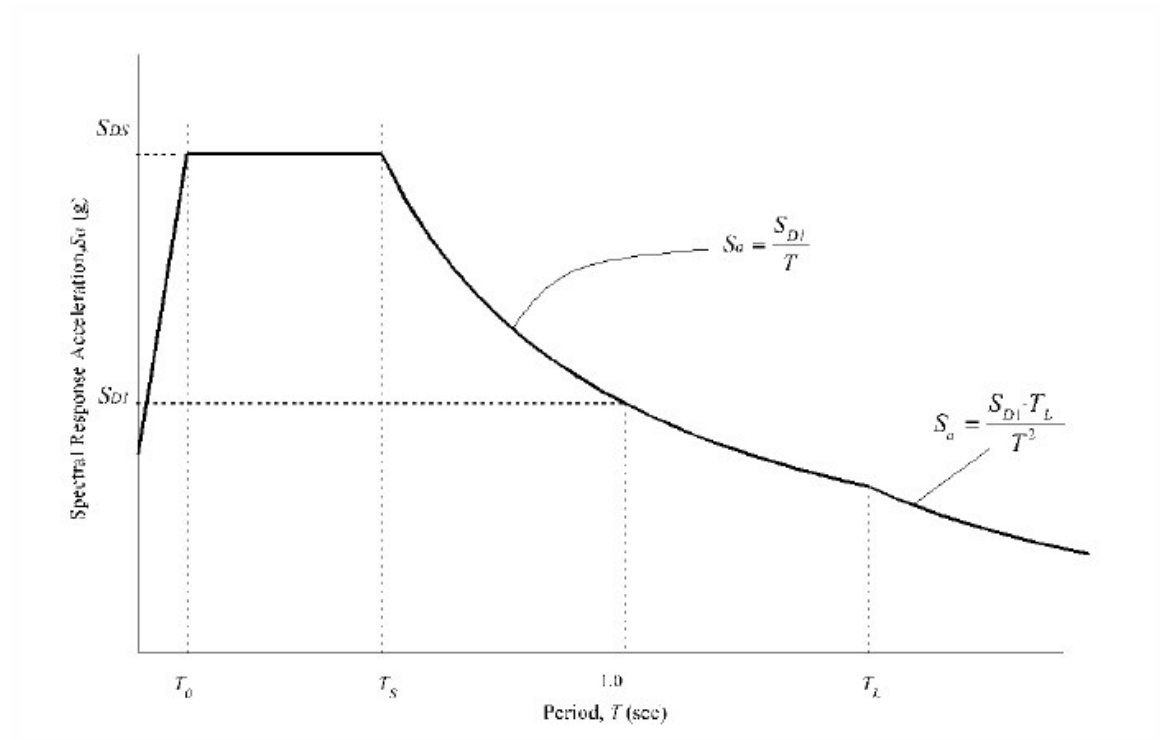
Site coefficients.

SMS, SM1

Design spectral acceleration parameters

$SDS = 2/3 \text{ SMS}$

$SD1 = 2/3 \text{ SM1}$

Design response spectrum

$$T \leq T_0 : S_a = SDS(0.4 + 0.6T/T_0)$$

$$T_0 < T \leq T_s : S_a = SDS$$

$$T_s < T \leq T_L : S_a = SDS/T$$

$$T_L < T : S_a = (SDS T_L) / T^2$$

$$T_0 = 0.2 SDS / SDS$$

$$T_s = SDS / SDS$$

Groupe de charges

Groupes de charges

Les groupes de charges définissent "comment les cas de charge individuels peuvent être combinés" s'ils sont insérés dans une combinaison de cas de charge.

Les groupes de charge sont importants, particulièrement pour la génération automatique de [combinaisons de cas de charge](#). Grâce aux groupes de charge, l'utilisateur peut définir aisément les cas de charge qui doivent, ne doivent pas ou peuvent agir ensemble.

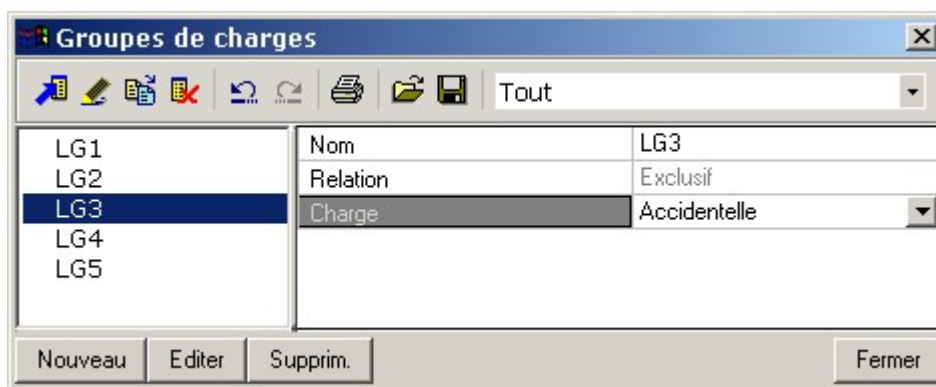
Gestionnaire de groupes de charges

Le **Gestionnaire de groupes de charges** est un [Gestionnaire standard de Scia Engineer](#). Il intervient pour les opérations de base des groupes de charges :

- création d'un nouveau groupe de charges,
- modification de groupes de charges existants,
- suppression de groupes de charges existants,
- impression des informations relatives aux groupes de charges existants,
- enregistrement et lecture de groupes de charges existants dans et à partir d'un fichier externe.

Le **Gestionnaire de groupes de charges** peut être ouvert comme suit :

- à l'aide de la fonction **Arborescence > Cas de charge, combinaisons > Groupes de charges**,
- à l'aide de la fonction d'arborescence **Cas de charge, combinaisons > Groupes de charges**.



Définition d'un nouveau groupe de charges

Pour créer un nouveau groupe de charges et définir ses paramètres, suivez la procédure ci-dessous :

Pour définir un nouveau groupe de charges

1. Ouvrez le [Gestionnaire de groupes de charges](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau**.
3. Un nouveau groupe de charge est créé.
4. Cliquez sur le bouton **Modifier** pour ouvrir la boîte de dialogue d'édition.
5. Définissez les valeurs des paramètres du groupe de charge.
6. Confirmez par **OK**.
7. Si nécessaire, répétez les étapes 2 à 6.
8. Fermez le Gestionnaire de groupes de charges.

Paramètres d'un groupe de charges

Les paramètres de base d'un groupe de charges sont :

Relation	Indique la relation des cas de charge dans le groupe de charges.
Charge	Indique si le groupe de charges est utilisé pour des charges permanentes ou variables.

Relation

La relation peut être :

Ensemble	Tous les cas de charge d'un même groupe de ce type sont toujours insérés dans toute nouvelle combinaison si au moins un des cas de charge doit y être placé.
Exclusif	Deux cas de charge d'un même groupe de ce type n'apparaissent jamais dans la même combinaison.
Standard	Option utilisée pour les tris. Permet à l'utilisateur de trier des cas de charge mais n'a pas d'incidence sur le processus de génération des combinaisons de cas de charge.

Charge

Chaque groupe de charges peut être utilisé pour des charges permanentes ou variables. Les charges permanentes et variables ne peuvent pas apparaître dans la même combinaison.



Remarque : La boîte de dialogue d'édition peut comporter d'autres paramètres. Ces paramètres dépendent de la norme définie pour le projet ; leur signification sort du cadre de ce guide général.

Utilisation d'un groupe de charges

Un groupe de charges peut être assigné à un cas de charge particulier dans le [Gestionnaire des cas de charge](#).

Le groupe est pris en compte lors de la [génération de combinaisons](#) à partir des cas de charge définis. Les règles décrites dans le chapitre **Définition d'un nouveau groupe de charges** sont respectées ; elles assurent que des cas de charge inadéquats ne soient pas placés dans une combinaison et que les cas de charge liés agissent toujours ensemble.

Combinaisons de cas de charge

Principe

Les cas de charge définis dans le projet peuvent être étudiés comme combinaisons de cas de charge. Les combinaisons peuvent alors être utilisées pour évaluer les résultats et effectuer les vérifications suivant les normes nationales.

Les combinaisons peuvent être de plusieurs types. Chaque type est utilisé pour différents contrôles. Cependant, tous les types peuvent être utilisés pour obtenir une première évaluation des résultats (par exemple, pour revoir le calcul des efforts internes).

Scia Engineer permet à l'utilisateur de définir trois différents [types de combinaisons](#): linéaire, automatique, norme. La combinaison linéaire étant la plus simple, le raisonnement suivant n'est pas d'application pour elle.

Deux points importants sont à considérer dans le cas d'une combinaison automatique ou selon la norme :

L'utilisateur voit la combinaison comme une « boîte noire »	L'utilisateur fait confiance au programme, et ne voit pas ce qui se passe en coulisse.
L'utilisateur éclate la combinaison en toutes les sous-combinaisons possibles	L'utilisateur peut voir et évaluer toutes les combinaisons linéaires créées à partir des cas de charge inclus dans la combinaison. Mais le nombre de ces combinaisons peut être très grand, ce qui entraîne les problèmes suivants : confusion chez l'utilisateur, et donc contrôle final incertain, sans parler de la réponse plus lente du programme.

La nouvelle solution est basée une liste dynamique de combinaisons critiques.

Par exemple, [dans l'exemple donné plus loin](#), seules 7 combinaisons critiques sont créées. Ceci reste un nombre tout à fait raisonnable en comparaison avec le nombre total de 164 combinaisons linéaires possibles pour ce même exemple.

Il y a deux approches pour le traitement de ces combinaisons critiques.

Utilisation en arrière-plan	Les combinaisons sont créées en arrière-plan et l'utilisateur n'est pas dérangé.
Utilisation en avant-plan	L'utilisateur peut décider d'éclater les combinaisons introduites, et de voir les combinaisons critiques.



Remarque 1 : Indépendamment de l'approche choisie les résultats numériques seront les mêmes, étant donné que les calculs sont effectués avec les mêmes combinaisons avec les deux approches.



Remarque 2 : De plus, s'il y a besoin, l'utilisateur a toujours la possibilité d'éclater les combinaisons introduites en toutes les combinaisons linéaires possibles, qui peuvent alors être analysées individuellement.

Combinaison avancée de cas de charge

Le terme "avancée" est utilisé pour une combinaison qui n'est pas statique linéaire. Ce sujet est traité dans un chapitre distinct.



Remarque : Il FAUT définir une combinaison non linéaire pour effectuer un calcul non linéaire. Il FAUT définir une combinaison de stabilité pour effectuer une analyse du flambement. Si ce type de combinaison n'est pas défini, le calcul correspondant n'est pas disponible dans la boîte de dialogue du **Solveur**.

Combinaisons de cas de charge

Scia Engineer propose les types de combinaisons de cas de charge suivants :

<u>Automatique – ultime</u>	Définit une base pour la génération automatique de combinaisons ultimes.
<u>Automatique – service</u>	Définit une base pour la génération automatique de combinaisons de service.
<u>Linéaire – ultime</u>	Définit une combinaison ultime particulière spécifiée par l'utilisateur.
<u>Linéaire – service</u>	Définit une combinaison de service particulière spécifiée par l'utilisateur.
Combinaisons selon la norme	Suivant la norme active du projet, le programme offre d'autres combinaisons basées sur les normes techniques particulières.

Automatique

Une combinaison automatique contient tous les cas de charge définis par l'utilisateur et combinés de toutes les manières possibles, selon le **Type d'action**, le **Type de charge** et le **Groupe de charges** des différents cas de charge de la combinaison. Habituellement, plusieurs combinaisons linéaires sont générées à partir d'une combinaison automatique.



Remarque importante : Ce type de combinaison était appelé **Combinaison utilisateur** dans les anciennes versions de Scia Engineer

Que se passe-t-il lorsqu'une combinaison selon la norme est éclatée ?

Lorsqu'une combinaison automatique est éclatée, elle génère un ensemble de combinaisons linéaires.

Automatique – ultime

L'utilisateur peut entrer les coefficients de multiplication pour chaque cas de charge. S'il y a des cas de charge variables, le programme génère plusieurs combinaisons pour les cas de charge définis. Toutes les combinaisons possibles des cas de charge sont générées.

L'exemple suivant montre la différence entre les combinaisons Linéaire – ultime (voir ci-dessous) et Automatique – ultime :

Un projet contient deux cas de charge : CC1 – type permanent et CC2 – type variable.

La combinaison Linéaire – ultime qui comprend CC1 avec coefficient1 et CC2 avec coefficient2 donne la combinaison suivante :

$C1 : \text{coefficient1} * CC1 + \text{coefficient2} * CC2$

La combinaison Automatique – ultime qui comprend CC1 avec coefficient1 et CC2 avec coefficient2 va donner les combinaisons suivantes :

$C1 : \text{coefficient1} * CC1 + \text{coefficient2} * CC2$

$C2 : \text{coefficient1} * CC1$

(CC2 est une charge variable : les deux situations (avec ou sans CC2) sont envisagées par le programme).

Les combinaisons ultimes sont utilisées pour un contrôle de résistance (contrôle acier, calcul des armatures).



Remarque : Consultez aussi le chapitre [Combinaisons éclatées](#).

Automatique – service

Ce type de combinaison est similaire à Automatique – ultime. Les combinaisons de service sont utilisées pour un contrôle en service (contrôle des déformations).

Combinaison linéaire

Une combinaison linéaire est une combinaison de cas de charge dans laquelle l'utilisateur spécifie explicitement les cas de charge particuliers qui doivent être inclus dans une combinaison spécifique. Le résultat correspond exactement à ce que l'utilisateur a défini.

Linéaire – ultime

Les combinaisons de type Linéaire – ultime sont les combinaisons connues d'autres programmes : les cas de charge spécifiés sont multipliés par les coefficients et la somme est ensuite effectuée. Aucune combinaison supplémentaire n'est générée.

Les combinaisons ultimes sont utilisées pour un contrôle de résistance (contrôle acier, calcul des armatures).

Linéaire – service

Ce type de combinaison est similaire à Linéaire – ultime. Les combinaisons de service sont utilisées pour un contrôle en service (contrôle des déformations).

Combinaison selon la norme

Une combinaison selon la norme est une extension des combinaisons automatiques. Tous les cas de charge définis par l'utilisateur sont à nouveau combinés de toutes les manières possibles, selon leur **Type d'action**, leur **Type de charge** et leur **Groupe de charges** respectifs et en tenant compte des règlements spécifiques à la norme utilisée.

Habituellement, plusieurs combinaisons linéaires sont générées à partir d'une combinaison selon la norme.

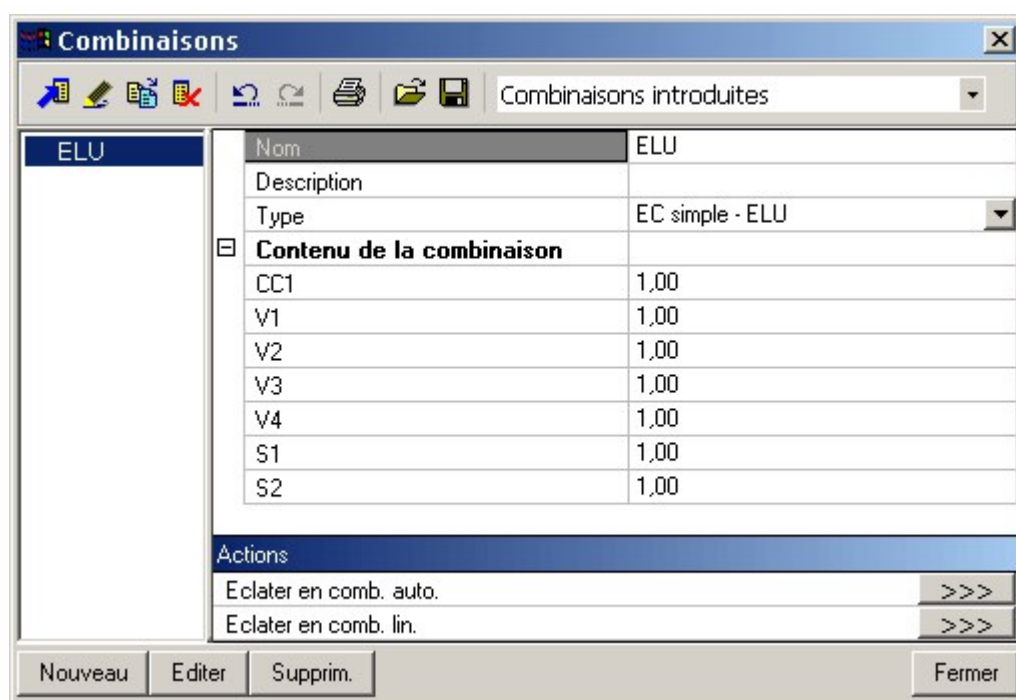
Que se passe-t-il lorsqu'une combinaison selon la norme est éclatée ?

Lorsqu'une combinaison selon la norme est éclatée, un ensemble de combinaisons automatiques est généré.

Lorsqu'une combinaison selon la norme est éclatée pour l'ensemble des combinaisons automatiques, elle génère un ensemble de combinaisons linéaires.

Gestionnaire de combinaisons de cas de charge

Le **Gestionnaire de combinaisons de cas de charge** s'occupe de toutes les opérations ayant trait aux combinaisons. Cela signifie que les combinaisons introduites (des types appropriés) [peuvent être éclatées ici](#).



Il y a deux boutons de contrôle et un filtre qui permettent à l'utilisateur de manipuler les combinaisons éclatées.

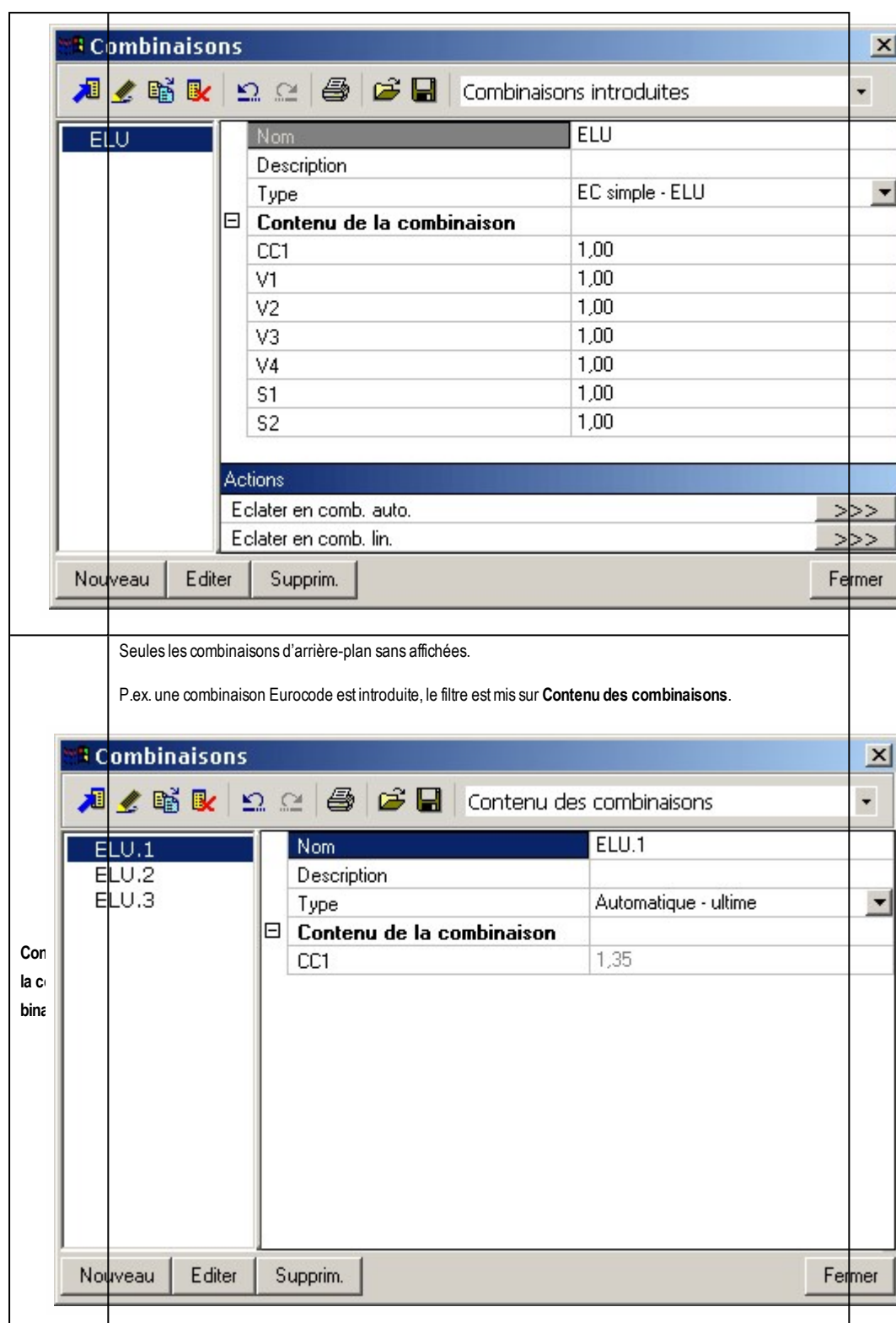
Boutons de contrôle

Eclater en combinaisons automatiques	Ce bouton est disponible si une combinaison de la norme est sélectionnée dans la liste des combinaisons introduites. En guide de résultat, un ensemble de combinaisons automatiques est généré et ajouté au gestionnaire des combinaisons.
Eclater en combinaisons linéaires	Ce bouton est disponible si soit une combinaison de la norme, soit une combinaison automatique est sélectionnée. Dans tous les cas, un ensemble de combinaisons linéaires est généré et ajouté au gestionnaire de combinaisons.

Filtre

Le filtre permet à l'utilisateur de visualiser uniquement les combinaisons du **Gestionnaire des combinaisons** qui l'intéressent à un moment donné.

Com- binaisons introduites	Seules les combinaisons introduites sont listées. Remarque : Une combinaison éclatée est aussi considérée comme une combinaison introduite. P.ex. une combinaison Eurocode est introduite, le filtre est mis sur Combinaisons introduites.
---	---



Définition d'une nouvelle combinaison

Les nouvelles combinaisons de cas de charge se définissent dans le Gestionnaire des combinaisons.

Pour définir une nouvelle combinaison

1. Ouvrez le [Gestionnaire des combinaisons](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau**.
3. La boîte de dialogue d'édition de la combinaison s'ouvre.
4. Tapez le nom et la description de la combinaison.
5. Sélectionnez le [type de combinaison](#).
6. Dans la liste des cas de charge du côté droit, sélectionnez le cas de charge à ajouter dans la combinaison. (Il est possible d'effectuer une sélection multiple si plusieurs cas de charge ont le même coefficient.)
7. Tapez le coefficient pour le cas de charge sélectionné.
8. Cliquez sur le bouton **Ajouter** pour ajouter le cas de charge à la combinaison avec le coefficient donné.
9. Répétez les étapes 6 à 8 pour tous les cas de charge à ajouter à la combinaison.
10. Confirmez par **OK**.
11. Si nécessaire, répétez les étapes 2 à 10 pour d'autres combinaisons.
12. Fermez le Gestionnaire des combinaisons.

Combinaisons éclatées

Combinaisons éclatées automatiquement en arrière-plan

D'une manière transparente pour l'utilisateur, les combinaisons d'arrière-plan sont automatiquement générées dès qu'une combinaison automatique ou d'une norme est introduite.

Dans le cas d'une combinaison d'une norme, les combinaisons d'arrière-plan sont des combinaisons automatiques ; dans le cas de combinaisons automatiques, ce sont des combinaisons linéaires qui sont générées.

Les combinaisons d'arrière-plan sont utilisées pour tous les calculs, et l'utilisateur peut se concentrer sur le principe (la combinaison-mère introduite). Par cela, il n'est plus besoin de s'occuper manuellement de toutes les combinaisons de charges possibles.

De plus, lors de l'impression (ou aperçu) d'un document avec une table par exemple de valeurs extrêmes, le programme sait pour quelles combinaisons d'arrière-plan la valeur extrême a été générée, et peut en informer l'utilisateur. [La composition des combinaisons linéaires extrêmes](#) est attachée au tableau de résultat.

Si besoin est, les combinaisons d'arrière-plan peuvent être passées en revue dans le [Gestionnaire de cas de charge](#).

Le nom d'une combinaison d'arrière-plan est déduit du nom de la combinaison-mère. Par exemple, si la combinaison-mère est appelée « ELU », les combinaisons d'arrière-plan générées sont nommées « ELU.1 », « ELU.2 », « ELU.3 », etc. (à noter : la présence du point dans le nom qui est à comparer avec les noms des combinaisons éclatées ci-dessous)

Combinaisons éclatées manuellement par l'utilisateur

Bien qu'une combinaison introduite soit automatiquement « éclatée » à l'arrière-plan, l'utilisateur peut éclater manuellement chaque combinaison automatique ou de la norme.

Si une combinaison de la norme est éclatée, un ensemble de combinaisons automatiques est généré. Si une combinaison de la norme est éclatée en toutes combinaisons possibles, un ensemble de combinaisons linéaires est généré. Si une combinaison automatique est éclatée en toutes les combinaisons possibles, un ensemble de combinaisons linéaires est généré.

L'utilisateur a donc un contrôle complet sur les combinaisons de cas de charge.

Les combinaisons éclatées sont listées dans le [Gestionnaire de combinaisons de cas de charge](#).

Pour éclater une combinaison, l'un des deux boutons suivants doit être utilisé :

Eclater en combinaisons automatiques	Ce bouton est disponible si une combinaison de la norme est sélectionnée dans la liste des combinaisons introduites. En guide de résultat, un ensemble de combinaisons automatiques est généré et ajouté au gestionnaire des combinaisons.
Eclater en combinaisons linéaires	Ce bouton est disponible si soit une combinaison de la norme, soit une combinaison automatique est sélectionnée. Dans tous les cas, un ensemble de combinaisons linéaires est généré et ajouté au gestionnaire de combinaisons.

Le nom des combinaisons éclatées est dérivé du nom de la combinaison-mère. Par exemple, si la combinaison-mère est appelée « ELU », les combinaisons éclatées seront nommées « ELU1 », « ELU2 », « ELU3 », etc. (à noter : l'absence de point par rapport aux combinaisons d'arrière-plan).



Remarque 1 : Toutes les combinaisons automatiques peuvent être éclatées en combinaisons linéaires. Ceci est aussi vrai pour les combinaisons automatiques résultant de l'éclatement d'une combinaison de la norme.



Remarque 2 : Si une combinaison de la norme est éclatée en toutes les combinaisons linéaires possible, le nombre de combinaisons linéaires créées peut devenir très grand. Par conséquent, l'évaluation correcte de toutes les combinaisons peut se révéler difficile, ce qui fait qu'il s'agit d'une action recommandée uniquement aux utilisateurs avancés.

Clé des combinaison

Chaque fois qu'une table de valeurs extrêmes (locaux, par barre ou globaux) est ajoutée au document, elle montre non seulement la valeur et sa position, mais aussi le cas de charge ou la combinaison donnant lieu à la valeur extrême.

Si l'utilisateur utilise uniquement des combinaisons de la norme, l'information que l'extrême a été trouvé dans cette « méta » combinaison peut être insuffisante. Comme déjà indiqué, une combinaison de la norme peut renfermer plusieurs dizaines, voire centaines de combinaisons linéaires.

Pour cela, Scia Engineer permet à l'utilisateur d'attacher une légende au tableau de résultats. Cette légende est appelée **Clé des combinaisons** et contient une liste avec les compositions des différentes combinaisons linéaires (dérivées de la combinaison de la norme) pour lesquelles une des valeurs extrêmes a été trouvée.

Seules les combinaisons linéaires apparaissant dans le tableau des résultats sont mentionnées dans la **Clé des combinaisons**.

1. Clé des combinaisons

Nom	Description des combinaisons
1	CC1*1,35
2	CC1*1,35 +V1*1,50 +V3*1,50 +V4*1,50 +S2*1,50
3	CC1*1,35 +V2*1,50 +V3*1,50 +S1*1,50 +S2*1,50
4	CC1*1,35 +V1*1,50 +V3*1,50 +V4*1,50 +S1*1,50 +S2*1,50
5	CC1*1,35 +V1*1,50 +V3*1,50 +S2*1,50

2. Efforts internes des barres

Calcul linéaire, Extrême : Global, Système : SCL

Sél. : Tout

Combinaisons : ELU

Barre	Cas	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B1	ELU/1	0,000	0,00	0,49	0,00
B3	ELU/2	6,000	0,00	-94,63	-77,73
B3	ELU/3	0,000	0,00	92,56	-79,75
B3	ELU/4	6,000	0,00	-93,66	-80,48
B3	ELU/5	3,000	0,00	-2,39	71,98

Exemple

Exemple pour les combinaisons automatiques :

Soit une poutre continue sur deux travées. La poutre est soumise à des charges réparties en 5 cas de charge.

CC1 – permanent – poids propre, charge répartie sur les deux travées

CC2 – variable – charge répartie sur la travée de gauche, groupe de charge G1

CC3 – variable – charge répartie sur la travée de droite, groupe de charge G1

CC4 – variable – pont roulant, charge concentrée au milieu de la travée de gauche, groupe de charge G2

CC5 – variable – pont roulant, charge concentrée au milieu de la travée de gauche, groupe de charge G2

Les cas de charge variables sont répartis en deux groupes :

G1 – charge imposée de plancher, groupe standard

G2 – pont roulant, groupe exclusif, seule une des charges peut agir à un moment donné

L'utilisateur définit la combinaison automatique suivante :

$CC1 + 1.2*CC2 + 1.2*CC3 + 1.3*CC4 + 1.3*CC5$

Le programme va alors générer les combinaisons linéaires suivantes :

LC1

$CC1 + 1.2 \cdot CC2$

$CC1 + 1.2 \cdot CC3$

$CC1 + 1.3 \cdot CC4$

$CC1 + 1.3 \cdot CC5$

$CC1 + 1.2 \cdot CC2 + 1.2 \cdot CC3$

$CC1 + 1.2 \cdot CC2 + 1.3 \cdot CC4$

$CC1 + 1.2 \cdot CC2 + 1.3 \cdot CC5$

$CC1 + 1.2 \cdot CC3 + 1.3 \cdot CC4$

$CC1 + 1.2 \cdot CC3 + 1.3 \cdot CC5$

$CC1 + 1.2 \cdot CC2 + 1.2 \cdot CC3 + 1.3 \cdot CC4$

$CC1 + 1.2 \cdot CC2 + 1.2 \cdot CC3 + 1.3 \cdot CC5$

Exemple de combinaison selon la norme

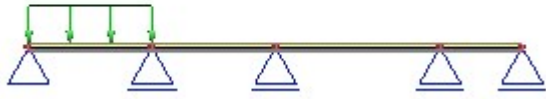
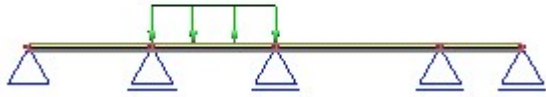
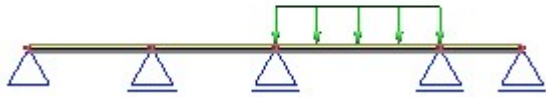
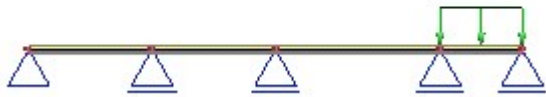
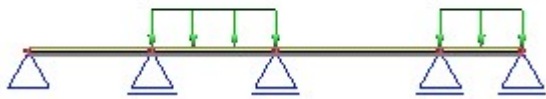
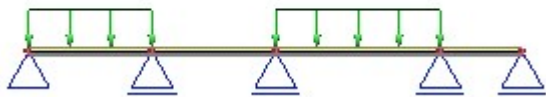
Soit une poutre continue soumise à plusieurs charges.



1. Cas de charge

Nom	Type d'action	GroupeCharge	Type de charge	Spec	Direction	Durée	Cas de charge maître
CC1	Permanent	LG1	Poids propre		-Z		
V1	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun
V2	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun
V3	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun
V4	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun
S1	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun
S2	Variable	LG2	Statique	Standard		Bref	Aucun

LC1	Poids propre
-----	--------------

S1	
V2	
V3	
V4	
S1	
S2	

Définissons à présent une combinaison selon la norme Eurocode. La définition de combinaison contient tous les cas de charge définis.

Nom	Type	Cas de charge	Coefficients
UEC	EC – ultime	LC1	1.00
		S1	1.00
		V2	1.00
		V3	1.00
		V4	1.00
		S2	1.00
		S2	1.00

Scia Engineer crée un ensemble de combinaisons critiques pour la définition ci-dessus :

UEC.1	Utilisateur - ultime	LC1	1,35
UEC.2	Utilisateur - ultime	LC1	1,35
		S1	1,50
		V2	1,50
		V3	1,50
		V4	1,50
UEC.3	Utilisateur - ultime	LC1	1,00
		S1	1,50
		V2	1,50
		V3	1,50
		V4	1,50
UEC.4	Utilisateur - ultime	LC1	1,35
		S1	1,50
		S2	1,50
UEC.5	Utilisateur - ultime	LC1	1,00
		S1	1,50
		S2	1,50
UEC.6	Utilisateur - ultime	LC1	1.35
		S1	1.35
		V2	1.35
		V3	1.35
		V4	1.35
		S2	1.35
		S2	1.35

UEC.7	Utilisateur - ultime	LC1	1.00
		S1	1.35
		V2	1.35
		V3	1.35
		V4	1.35
		S2	1.35
		S2	1.35

Quand affichée dans le document, la table des combinaisons ressemble à ceci :

Nom	Type	Cas de charges	Coeff. Ψ
ELU.1	Automatique - ultime	CC1	1,35
ELU.2	Automatique - ultime	CC1	1,35
		V1	1,50
		V2	1,50
		V3	1,50
		V4	1,50
		S1	1,50
		S2	1,50
ELU.3	Automatique - ultime	CC1	1,00
		V1	1,50
		V2	1,50
		V3	1,50
		V4	1,50
		S1	1,50
		S2	1,50

Combinaisons de cas de charge selon EC

Scia Engineer ne distingue pas les cas de charge variables primaires et secondaires. L'algorithme considère chaque cas de charge, l'un après l'autre, comme le cas de charge primaire, tous les autres étant alors envisagés comme des cas de charge secondaires, puis le système assigne les coefficients Ψ en conséquence. Cet algorithme effectue ainsi une boucle séquentielle sur l'ensemble des cas de charge afin que **toutes les combinaisons possibles** soient évaluées. Aucune combinaison ne peut contenir deux cas de charge variables avec le coefficient total 1.5 (l'un de ces cas est toujours réduit par le coefficient Ψ correspondant).

Dans certaines circonstances, cette approche n'est pas la plus économique (si la charge primaire est négligeable et la charge secondaire importante – il existe une différence si le coefficient $\Psi=0.5$ est appliqué à la charge importante OU négligeable). Toutefois, cela suppose que la charge importante soit considérée comme la charge primaire.

Prenons par exemple les cas de charge, groupes et combinaisons suivants.

Cas de charge

Nom	Description	Type d'action	Groupe Charges	Type de charge	Spécification	Direction	Durée	Cas de charge maître
LC1	Poids propre	Permanent	LG1	Poids propre		-Z		
LC2	Surcharge (20 kNm)	Variable	LG2	Statique	Standard		Long	Aucun
LC3	Charge de neige (10 kNm)	Variable	LG3	Statique	Standard		Long	Aucun

Groupes de charges

Nom	Charge	Relation	Coeff 2
LG1	Permanent		
LG2	Variable	Standard	Catégorie E : stockage
LG3	Variable	Standard	Charge de neige H < 1000 m a.s.l.

Combinaisons

Nom	Description	Type	Cas de charge	Coefficient [1]
CO1	(1)	EN - ELU fondamental – (STR)	LC1 – poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.00
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	1.00
CO2	(7)	EN - ELU accidentel – Psi 1	LC1 – poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.00
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	1.00
CO3	(1)	EN - ELU accidentel – Psi 2	LC1 – poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.00
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	1.00

Prenons les combinaisons suivantes :

Combi setup

Code for loads : EN 1990 - EN 1991
Code for concrete structures : EN 1992
Code for steel structures : EN 1993

Load combination factors

Partial factor permanent action - unfavorable 1,35
Partial factor permanent action - favorable 1
Partial factor for prestress action - favorable 1
Partial factor for prestress action - unfavorable 1,2
Partial factor leading variable action 1,5
Partial factor accompanying variable action 1,5
Reduction factor 0,85
Partial factor for shrinkage action 1

ULS Combination **Eq 6.10**
Eq 6.10
Eq 6.10a & Eq 6.10b

Psi factors for buildings

Load	Psi 0	Psi 1	Psi 2
Category A	0,7	0,5	0,3
Category B	0,7	0,5	0,3
Category C	0,7	0,7	0,6
Category D	0,7	0,7	0,6
Category E	1	0,9	0,8
Category F	0,7	0,7	0,6
Category G	0,7	0,5	0,3
Category H	0	0	0
Snow (Finland, ...)	0,7	0,5	0
Snow H > 1000 m	0,7	0,5	0
Snow H < 1000 m	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Temperature	0,6	0,5	0

OK Cancel

Nous obtenons les combinaisons d'enveloppes suivantes :

C1.1	(118)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.35
C1.2	(119)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.35
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.50
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.75
C1.3	(120)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.50
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.75
C1.4	(121)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.35
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.50
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	1.50
C1.5	(122)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	1.50
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	1.50
C2.1	(123)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
C2.2	(124)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	0.90
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.00
C2.3	(125)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00

			LC2 - surcharge (20 kNm)	0.80
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.20
C3.1	(126)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
C3.2	(127)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	0.80
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.00
C3.3	(128)	Enveloppe – ultime	LC1 - poids propre	1.00
			LC2 - surcharge (20 kNm)	0.80
			LC3 - charge de neige (10 kNm)	0.00

Examinons ce qui a déjà été indiqué :

LC1 – permanent => LG 1

LC2 – variable (surcharge – 20 kNm) => LG2 (Catégorie E : stockage) => de la configuration : Psi 0 =1.0, Psi1=0.9, Psi2=0.8

LC3 – variable (charge de neige – 10 kNm) => LG3 (charge de neige H < 1000 m a.s.l.) => de la configuration : Psi 0 =0.5, Psi1=0.2, Psi2=0.0

Combinaison C01 (EN - ELU fondamental (STR)) : LC1+LC2+LC3

Nous utilisons Eq.6.10.

$$\Sigma \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_P P + \gamma_{Q,i} Q_{k,i} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Parce qu'un cas de charge peut être primaire ou secondaire (le type n'étant pas défini au niveau du cas de charge lui-même), le système considère tour à tour chaque (groupe de) cas de charge comme le (groupe de) cas de charge primaire, les autres étant alors envisagés comme secondaires. Cette opération est répétée jusqu'à ce que chacun des cas de charge ait été utilisé comme cas primaire.

Nous obtenons les combinaisons suivantes.

La première associe uniquement les cas de charge permanents.

C1.1 1.35 * LC1

La deuxième combine un cas de charge variable considéré comme primaire (1.5) et les autres comme secondaire (1.5 * Psi0), la charge permanente étant soit favorable (1.0), soit défavorable (1.35).

Combinaisons obtenues :

Le cas de charge permanent LC1 est défavorable (1.35) et LC2 est la charge primaire.

C1.2 1.35*LC1 + 1.5*LC2 + 1.5*Psi0*LC3 = 1.35*LC1 + 1.5*LC2 + (1.5*0.5)*LC3 = 1.35*LC1 + 1.5*LC2 + 0.75*LC3

(où Psi0 = 0.5 et LG3 = charge de neige H < 1000 m a.s.l.)

Le cas de charge permanent LC1 est favorable (1.00) et LC2 est la charge primaire.

C1.3 1.0*LC1 + 1.5*LC2 + 1.5*Psi0*LC3 = 1.0*LC1 + 1.5*LC2 + (1.5*0.5)*LC3 = 1.0*LC1 + 1.5*LC2 + 0.75*LC3

(où $\Psi_{i0} = 0.5$ et $LG3 =$ charge de neige $H < 1000$ m a.s.l.)

Le cas de charge permanent LC1 est défavorable (1.35) et LC3 est la charge primaire.

$$C1.4 \ 1.35*LC1 + 1.5*LC3 + 1.5*\Psi_{i0}*LC2 = 1.35*LC1 + 1.5*LC3 + (1.5*1.0)*LC2 = 1.35*LC1 + 1.5*LC3 + 1.5*LC2$$

(où $\Psi_{i0} = 1.0$; $LG2 =$ catégorie E)

Le cas de charge permanent LC1 est favorable (1.35) et LC3 est la charge primaire.

$$C1.5 \ 1.0*LC1 + 1.5*LC3 + 1.5*\Psi_{i0} = 1.0*LC1 + 1.5*LC3 + (1.5*1.0)*LC2 = 1.0*LC1 + 1.5*LC3 + 1.5*LC2$$

(où $\Psi_{i0} = 1.0$; $LG2 =$ catégorie E)

L'on obtient ensuite les combinaisons C2 et C3 créées sur base de ces règles :

$$\Sigma G_{k,i} + P + A_d + (\psi_{1,i} \text{ or } \psi_{2,i}) Q_{k,i} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

L'utilisateur sélectionne 1,i ou 2,i ; la valeur par défaut étant 1,i.

C02 – EN – ELU accidentel – Psi 1 : LC1+LC2+LC3

La première combinaison associe uniquement les cas de charge permanents.

$$C2.1 \ 1.0*LC1$$

Ensuite, la règle de combinaison applique Psi1 à un cas de charge donné et Psi2 à l'autre.

$$C2.2 \ 1.0*LC1 + \Psi_{i1}*LC2 + \Psi_{i2}*LC3 = 1.0*LC1 + 0.9*LC2 + 0.0*LC3$$

$$C2.3 \ 1.0*LC1 + \Psi_{i2}(LG2)*LC2 + \Psi_{i1}(LG3)*LC3 = 1.0*LC1 + 0.8*LC2 + 0.2*LC3$$

C03 – EN – ELU accidentel – Psi 2 : LC1+LC2+LC3

La première combinaison associe uniquement les cas de charge permanents.

$$C3.1 \ 1.0*LC1$$

Ensuite, la règle de combinaison applique Psi1 à un cas de charge donné et Psi2 à l'autre.

$$C3.2 \ 1.0*LC1 + \Psi_{i2}*LC2 + \Psi_{i1}*LC3 = 1.0*LC1 + 0.8*LC2 + 0.0*LC3$$

$$C3.3 \ 1.0*LC1 + \Psi_{i1}(LG2)*LC2 + \Psi_{i2}(LG3)*LC3 = 1.0*LC1 + 0.8*LC2 + 0.0*LC3$$

De plus, la boîte de dialogue **Configuration des combinaisons** permet de faire en sorte que les formules Eq.6.10a et Eq.6.10b doivent être utilisées au lieu d'Eq.6.10, et la règle de la combinaison est :

$$\Sigma \xi \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_P P + \gamma_{Q,i} Q_{k,i} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_P P + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

L'Annexe nationale détermine le choix entre la formule Eq.6.10 ou les formules Eq.6.10a et Eq.6.10.b.

La formule par défaut est Eq.6.10.



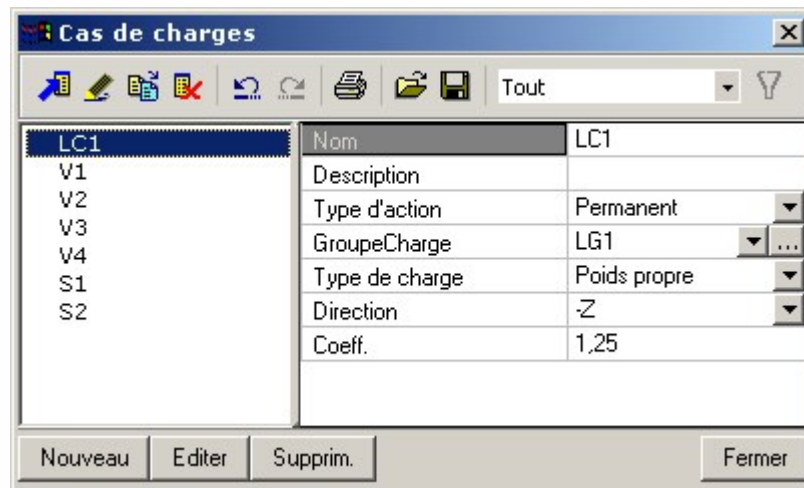
The following chapter is available only in English.

Load case combinations to ČSN

The Czech standard introduces one conception that is different from other national codes implemented in Scia Engineer.

The Czech standard defines a coefficient for a load case. This coefficient (load factor) is applied when the load case is included into a combination. The coefficient is defined as one of load case parameters.

The coefficient can be defined in the **Load case manager** (see below).



Scia Engineer distinguishes between three types of load case combinations. It is important to know what happens to the load factor in each of the types. The following text is valid ONLY if Czech standard is adjusted as a current code of Scia Engineer. If another code is adjusted, the possible application of load factor is not accessible.

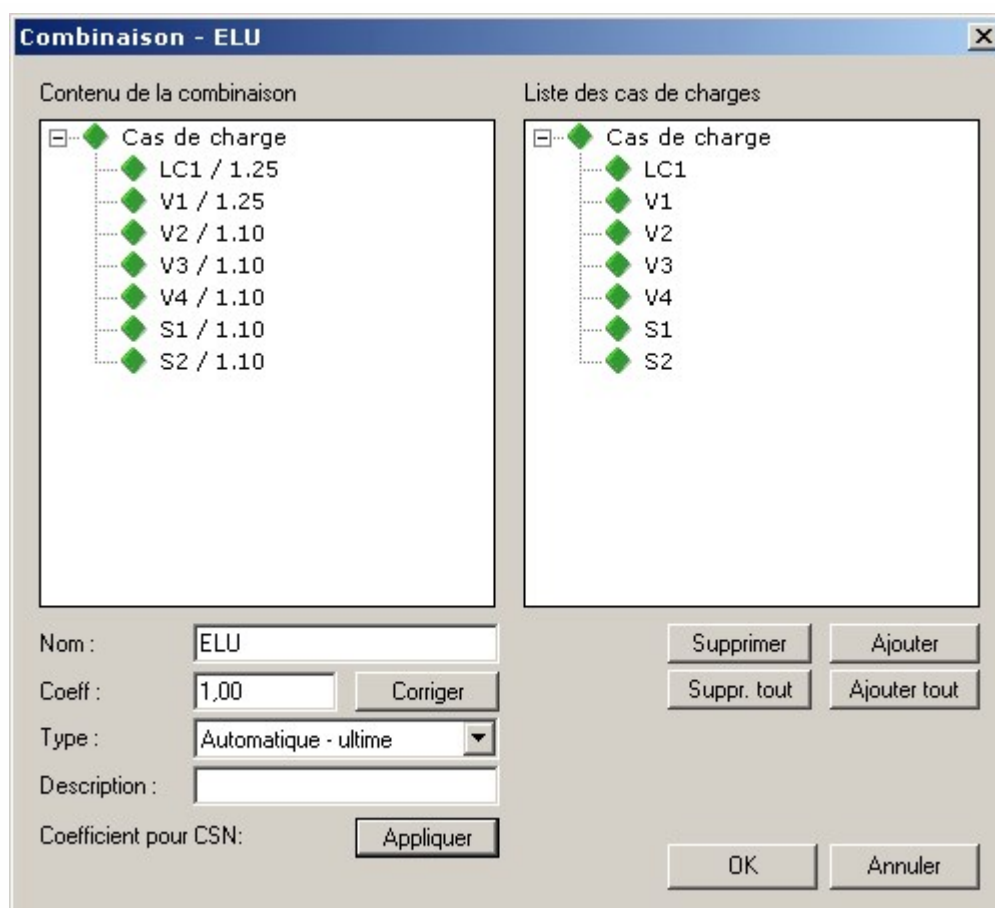
Linear combination

If a linear combination is being defined, a coefficient may be input manually for each of the load cases included into the combination. So far, this is true for any national code implemented in Scia Engineer.

For Czech standard however, the combination input dialogue offer an option to apply the load factor defined previously for a load case.

This gives an advantage especially if one load case is included into several combinations. There is no need to input a coefficient for each new combination. It is sufficient enough to input the load factor once for the load case and then simply apply it for each combination.

In order to apply the load factors to all load cases included into a combination, the user must only press button **[Apply]** in item **Coefficient for ČSN**. The appropriate load factors are assigned to corresponding load cases.



Envelope combination

Here, the same can be said as for linear combination.

Code-related combination

If a code-related combination is defined, the option for application of load factors becomes inaccessible. The reason is that the algorithm for automatic generation of envelope and linear combinations from the input set of load cases uses load factors defined by the appropriate standard. They can be reviewed in **Project setup dialogue** on **Combinations** tab.

Configuration des combinaisons



Norme pour les charges : EC 1
 Norme pour les structures en béton : EC 2
 Norme pour les structures en acier : EC 3

Facteurs de pondération des charges

Charges permanentes: 1,35
 Etat limite de service - plus d' 1 charge var.: 0,9
 Etat limite ultime - une charge variable: 1,5
 Etat limite ultime - plus d'une charge var.: 1,35
 Charge permanente Gamma ga: 1

Combinaison EC complexe

Charge	Psi 0	Psi 1	Psi 2
Catégorie A	0,7	0,5	0,3
Catégorie B	0,7	0,5	0,3
Catégorie C	0,7	0,7	0,6
Catégorie D	0,7	0,7	0,6
Catégorie E	1	0,9	0,8
Catégorie F	0,7	0,7	0,6
Catégorie G	0,7	0,5	0,3
Catégorie H	0	0	0
Neige	0,6	0,2	0
Vent	0,6	0,5	0
Température	0,6	0,5	0

OK Annuler

Note: The same applies to the current Slovak standard.

Combinaisons de cas de charges selon NEN

NEN - ultime

Les combinaisons d'états limites ultimes simplifiées sont implémentées selon : NEN 6702 art. 6.3.4.1.

Les coefficients peuvent être modifiés dans l'onglet **Combinaisons** des **Données du projet**.

Code for loads : NEN 6702
 Code for concrete structures : NEN 6720
 Code for steel structures : NEN 6770 / 6771



load factors

Gamma f;g - fund. combi 2: 1,35
 Gamma f;g - fund. combi 1: 1,2
 gamma G - favourable: 0,9
 gamma fq: 1,5
 service life: 50
 moment factor: 0,5

Model factor: 1

☐ Use complex combination formula for permanent loads (NEN only)

OK Cancel

Types de charges et coefficients utilisés :

G_{rep,i}	Actions permanentes (p.ex. le poids propre).
G_{rep,i}	Actions variables (p.ex. des charges posées sur les sols, des charges de neige ou de vent).
Gamma f;g	Coefficients partiels de sécurité pour les actions permanentes : 1,35 pour les actions défavorables dans les combinaisons permanentes (actions permanentes seulement) (Gamma f;g - fund. combi 2) 1,2 pour les actions défavorables dans les autres combinaisons (Gamma f;g – fund. combi 1) 0,9 pour les actions favorables (Gamma G – favorable) Consultez la remarque à la fin de cette rubrique pour l'utilisation des coefficients 1,35, 1,2 et 0,9.
Gamma f;q	Coefficients partiels de sécurité pour les actions variables : 1,2, 1,3 ou 1,5 (Gamma fq)
Facteur de moment (Psi i)	Ce facteur est défini pour chaque groupe de cas de charge variable (NEN – mom. facteur) Valeur par défaut : 0.5.
Durée de vie (Psi t)	Facteur tenant compte de la durée de vie. La formule donne un facteur 1 pour une durée de vie de 50 ans. Selon la norme NEN6720, art. 5.5.2.
Coeff. modèle	Si un calcul itératif est exécuté pour l'accumulation d'eau, la rigidité de la structure est divisée par ce coefficient modèle. Valeur par défaut = 1,3.
Utiliser les formules de combinaisons complexes pour les charges permanentes	Si cette option est activée, chaque cas de charge permanent est pris en compte séparément avec les facteurs 1,2 et 0,9 ou avec 1,35 et 0,9 pour les combinaisons sans charges variables. Dans les paramètres par défaut du programme, les coefficients Gamma fg pour les cas de charges permanents ont la valeur 1,2 (1,35 en combinaison avec des charges variables) ou 0,9.

Les combinaisons suivantes sont générées :

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \sum \gamma_{f;q1} \times G_{rep,i} + \gamma_{f;q} \times \psi_t \times Q_{rep,i} + \sum \gamma_{f;q} \times \psi_i \times Q_{rep,i} \\
 (2) \quad & \sum \gamma_{f;q2} \times G_{rep,i}
 \end{aligned}$$

Les coefficients de charge définis dans l'onglet combinaisons des Paramètres du projet reprend les valeurs par défaut. La valeur d'un facteur de moment peut être modifiée pour chaque groupe de charge via le menu **Combinaisons de cas de charges > Groupes de charges**.

Pour générer des combinaisons selon une norme comme NEN–ultime, le coefficient défini dans la boîte de dialogue **Combinaison** est multiplié par le coefficient généré par le programme.

NEN - service

Les combinaisons suivantes sont générées :

$$1.00 \times G_{rep,i} + 1.00 \times \psi_t \times Q_{rep,i} + \sum (1.00 \times \psi_i \times Q_{rep,i})$$

Pour générer des combinaisons selon une norme comme NEN–ultime, le coefficient défini dans la boîte de dialogue **Combinaison** est multiplié par le coefficient généré par le programme.

NEN - ultime spéciale

Les effets des actions pour des situations d'incendie proviennent des résultats de l'analyse. Il est recommandé d'utiliser les règles de combinaisons spéciales (selon la norme NEN6702 6.3.4.2.) pour le calcul des efforts internes utilisés pour le contrôle de la résistance au feu.

Cette combinaison spéciale est donnée par

$$1.00 \times G_{i,rep} + \Sigma (1.00 \times \psi_i \times Q_{i,rep}) + 1.00 \times A_{rep}$$

Où A_{rep} représente la valeur caractéristique de la charge spéciale (p.ex. suivant l'exposition au feu).

Combinaisons pour les ponts EN 1990

Disclaimer

Toutes les informations fournies dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis. Aucune partie de ce manuel ne peut être reproduite, stockée dans une base de données ou un système de recherche documentaire, ou publiée, sous quelque forme que ce soit ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, sur papier, photo, microfilm ou tout autre support, sans l'accord écrit préalable de l'éditeur. Nemetschek Scia n'est pas responsable des dommages directs ou indirects dus aux inexactitudes figurant dans la documentation et/ou le logiciel.

© Copyright 2012 Nemetschek Scia. Tous droits réservés.

Introduction

Ce document présente les combinaisons pour les ponts, telles qu'elles sont définies dans les normes EN 1990 et EN 1991-2, et explique comment celles-ci sont implémentées chez Scia Engineer. À titre pédagogique, un exemple détaille comment l'utilisateur peut définir correctement des combinaisons pour les ponts en fonction de combinaisons standard pour les bâtiments.

Les règles spéciales des combinaisons pour les ponts sont définies dans l'Amendement A1 à la norme EN 1990, qui contient l'Annexe A2.

EN 1990

- Base Code (chapters 1-6)
- Annex A1
- **Annex A2**
- Annex B
- Annex C
- Annex D

- National Annexes NA

Dans cette annexe A2, trois types de combinaisons pour les ponts sont définis : celles pour les ponts routiers, les passerelles et les ponts ferroviaires. Des charges particulières sont également définies pour chaque type, avec des valeurs ψ et γ . Pour chaque type de structure, une liste de règles indiquant comment combiner ces charges dans la combinaison elle-même est également fournie.

Dans les nouvelles combinaisons, l'utilisateur définit un paramètre Structure, le paramètre principal, pour différencier les types de charges, les valeurs ψ et γ ainsi que les règles à appliquer. Ensuite, l'utilisateur peut insérer tous les cas de charges appropriés dans sa combinaison. Lors de la création d'une enveloppe de combinaisons, un sous-niveau de combinaison, appelé Combinaisons EN décomposées, est introduit. Ces combinaisons EN décomposées sont générées conformément aux règles activées.

La fonctionnalité de pont étant protégée par une nouvelle norme, l'onglet Fonctionnalités de la boîte de dialogue Paramètres du projet contient un nouvel élément.

En général, l'utilisateur procède en plusieurs étapes pour définir une nouvelle combinaison pour un pont (ou un bâtiment). L'approche décrite ici ne correspond pas à une procédure immuable de définition d'une combinaison. L'utilisateur peut parfaitement commencer par régler les paramètres dans la boîte de dialogue Configuration AN et procéder différemment. Considérez cette proposition comme un exemple.

- Étape 1 : Activer la protection
- Étape 2 : Créer des groupes de charges

-
- Étape 3 : Attribuer des cas de charges aux groupes de charges
 - Étape 4 : Créer une combinaison de norme
 - Étape 5 : Combinaisons EN décomposées
 - Étape 6 : Régler (le cas échéant) les valeurs ψ , les valeurs γ et les règles de combinaison dans la boîte de dialogue Configuration AN

L'utilisateur doit avoir une bonne compréhension des eurocodes en général, et de l'application des normes EN 1990 et EN 1991-2 en particulier.

En plus de ce document, deux fichiers illustrant l'exemple choisi sont fournis.

Footbridge example_initial.esa (uniquement la structure)

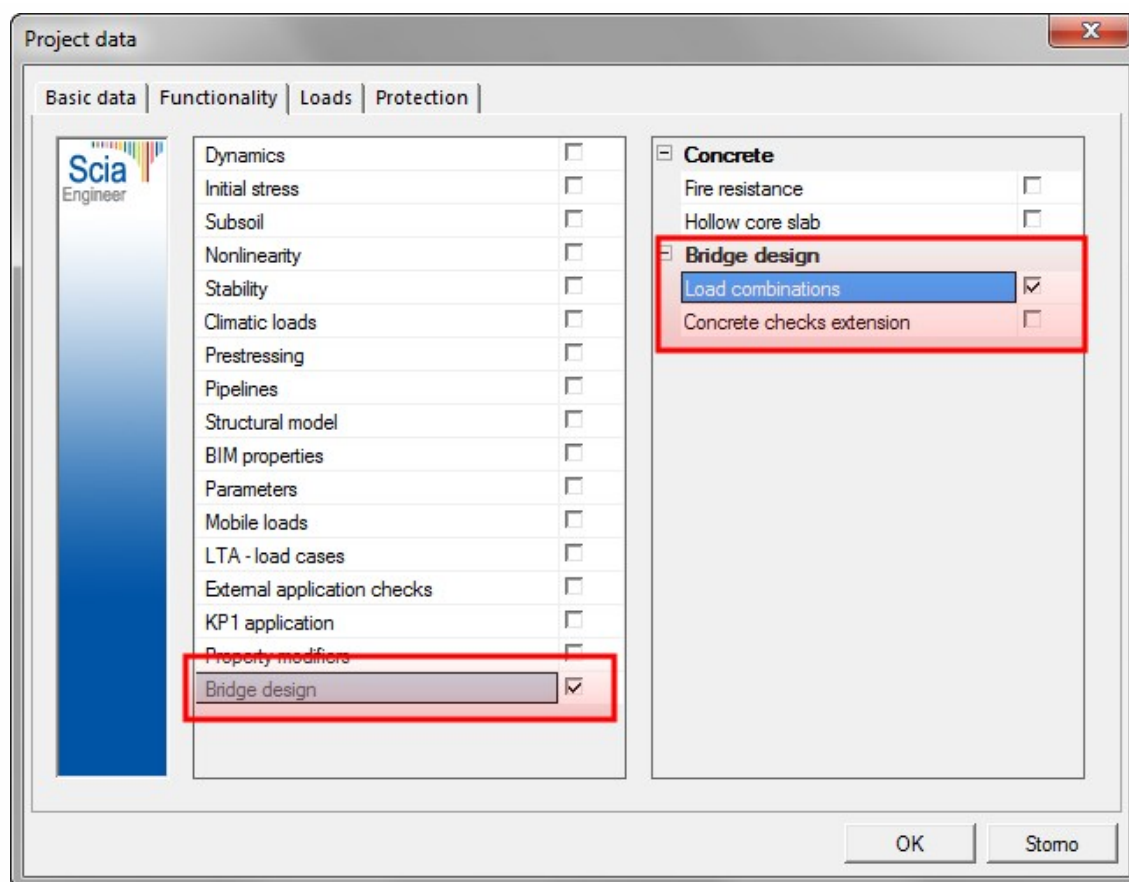
Footbridge example_final.esa (structure avec charges et combinaisons)

Combinaisons pour les ponts

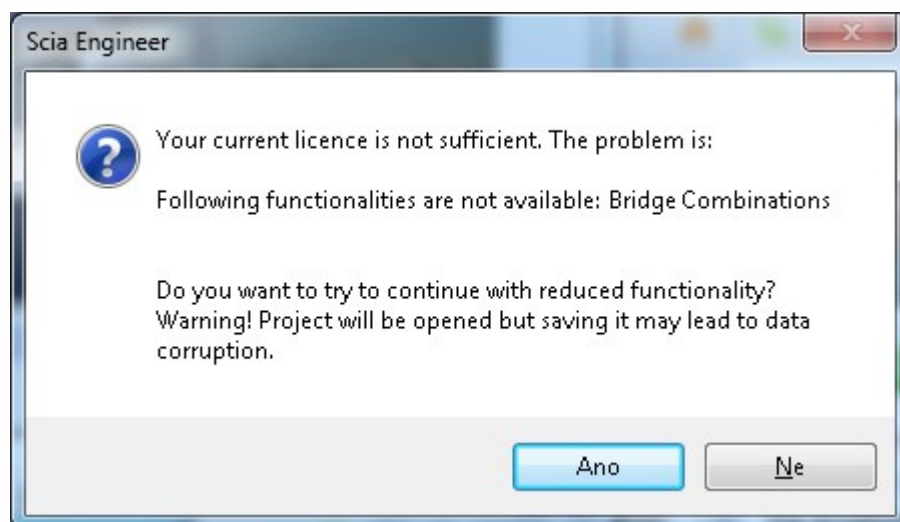
Étape 1 : Activer la protection

La fonctionnalité de combinaisons pour les ponts est protégée par un nouveau module commercial et le module technique correspondant. C'est pourquoi le nouvel élément Conception de pont figure dans l'onglet Fonctionnalités de la boîte de dialogue Paramètres du projet. Si cet élément est coché, l'utilisateur peut également cocher deux nouveaux éléments dans la fenêtre de droite. Si vous cochez la case Combinaisons de charges dans le projet, un nouveau paramètre, baptisé Structure, affiche d'autres éléments pour les ponts. Il peut être défini pour les groupes de charges, la combinaison, mais aussi dans la boîte de dialogue Configuration des phases de construction.

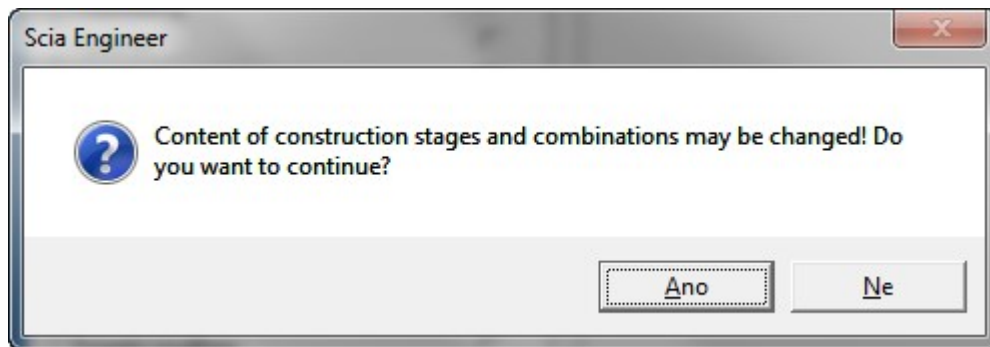
Si la fonctionnalité est désactivée, le paramètre Structure prend automatiquement la valeur Bâtiment et l'utilisateur ne voit aucun élément de pont. Dans ce cas, aucune combinaison ne peut être définie pour un pont.



Parfois, l'utilisateur tente d'ouvrir un projet qui contient déjà des groupes de charges, des combinaisons ou des phases de construction, dont le paramètre Structure est configuré pour un type de pont, avec une licence Scia Engineer inappropriée. Dans ce cas, un message d'avertissement s'affiche.



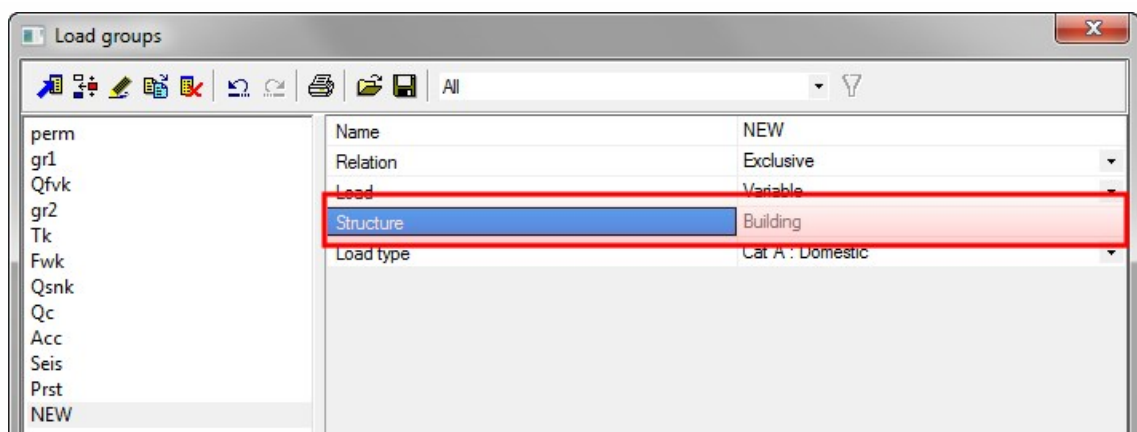
Le même phénomène se produit lorsque l'utilisateur décoche des combinaisons de charges dans l'onglet Fonctionnalités de la boîte de dialogue Paramètres du projet.



Si l'utilisateur valide l'une des deux boîtes de dialogue ci-dessus, notez bien les points suivants :

Nouveaux projets :

La zone de liste Structure de la boîte de dialogue Groupes de charges n'affiche que Bâtiment et est toujours désactivée (aucun groupe de charge ne peut être créé avec une structure de type pont).



La zone de liste Structure de la boîte de dialogue Combinaisons n'affiche que Bâtiment et reste désactivée (aucune combinaison ne peut être créée avec une structure de type pont).

Combination - NEW

Contents of combination

- Load case
 - perm
 - Prst

List of load cases

- Load case
 - perm
 - Prst

Name : NEW

Coeff : 1 Correct

Type : EN-SLS Quasi-permanent

Structure : Building

Description :

Nonlinear combination :

Delete Add

Delete All Add All

OK Cancel

La zone de liste Structure de la boîte de dialogue Configuration des phases de construction (et de la boîte de dialogue d'imputation des charges variables) n'affiche que Bâtiment et reste désactivée.

Construction stages setup

Name	Type	Structure
Type	Standard	
Structure		Building

Load factors (Code independent combinations only)

Permanent (long-term) load cases

Gamma min [-]	Gamma max [-]
0.00	1.00

Prestressed load cases

Gamma min [-]	Gamma max [-]
0.00	1.00

Long-term part of variable loads

Factor Psi [-]
0.30

Results

Name of gener. ultimate combination (max)	Name of gener. ultimate combination (min)	Name of gener. serviceability combination	Name of gener. code combination
F{O}-MAX	F{O}-MIN	F{O}-SLS	F{O}-{CODE}

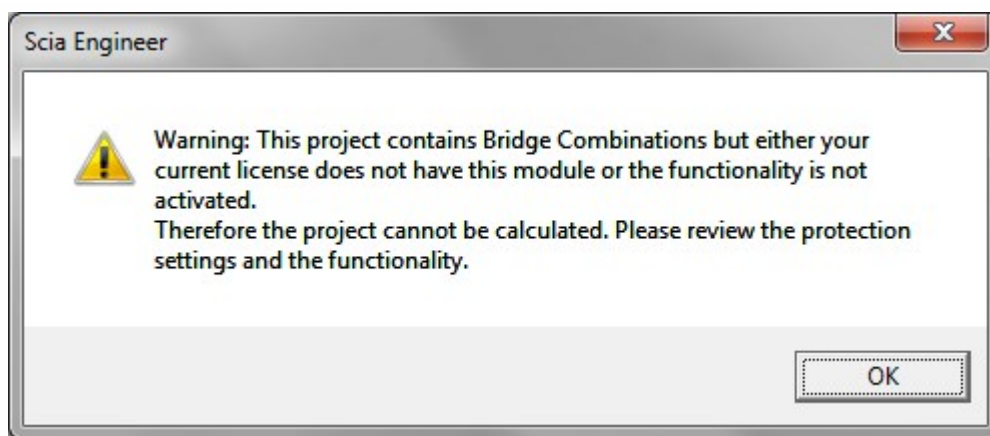
Anciens projets :

Les groupes de charges déjà créés avec un type de pont dans le paramètre Structure restent en l'état jusqu'à ce qu'ils soient modifiés. S'ils sont modifiés, le paramètre Structure prend automatiquement la valeur Bâtiment et le paramètre Type de charge, la valeur Cat. A (premier élément de la liste).

Les combinaisons déjà créées avec un type de pont dans le paramètre Structure restent en l'état jusqu'à ce qu'elles soient modifiées. Si elles sont modifiées, le paramètre Structure prend automatiquement la valeur Bâtiment. Tous les cas de charges variables inappropriés sont retirés de la combinaison.

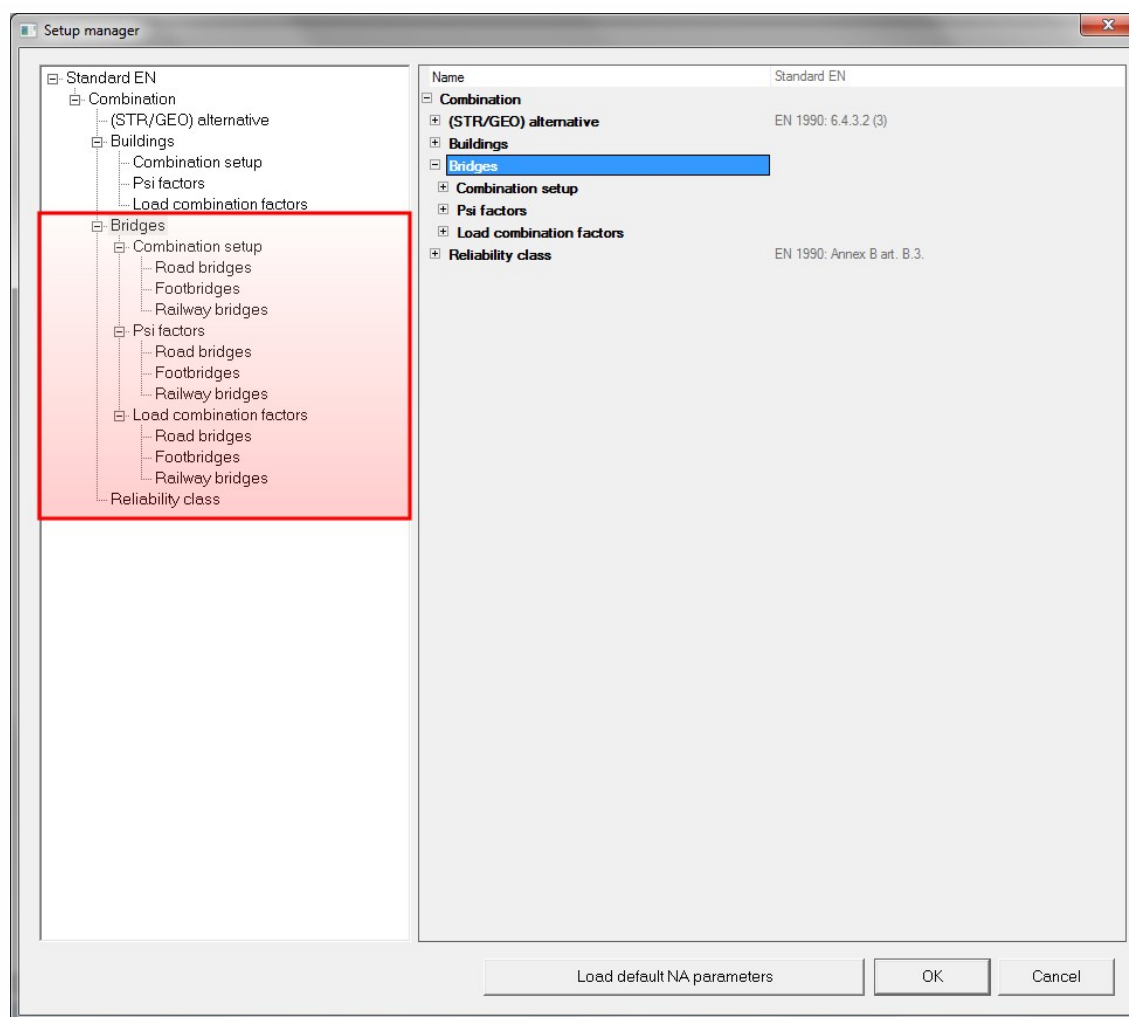
Le paramètre Structure de la boîte de dialogue Configuration des phases de construction est remplacé par Bâtiment et tous les cas de charges variables dans les phases de construction déjà créées sont supprimés de ces phases.

L'utilisateur ne peut pas calculer les projets avec ces combinaisons pour les ponts, sans une licence appropriée. Si la licence est introuvable, un message d'avertissement s'affiche dès que le calcul est lancé. Une fois le message confirmé, le calcul est interrompu. De plus, il n'est pas possible d'éclater ces combinaisons en enveloppes ou en combinaisons linéaires.



En revanche, tous les paramètres liés aux ponts restent visibles dans la boîte de dialogue Configuration AN pour tous les projets (nouveaux et anciens) :

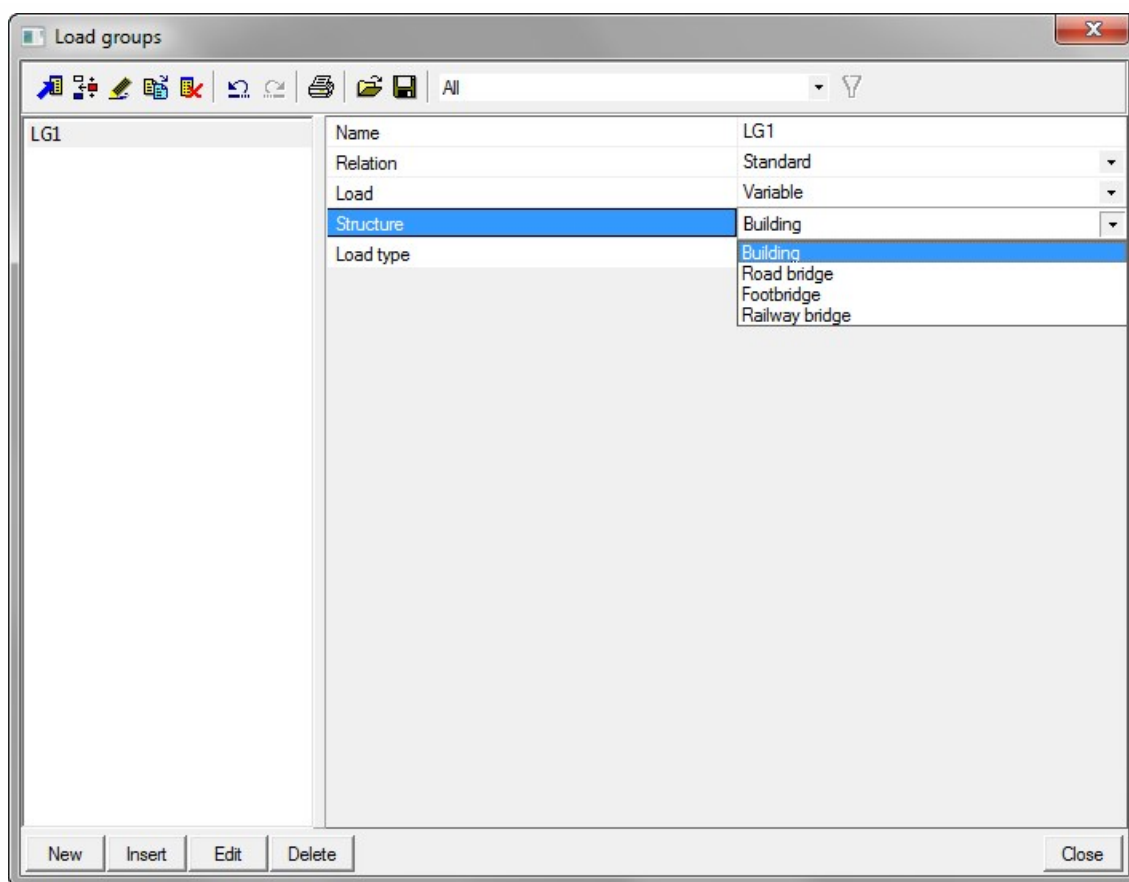
- Gestionnaire de configuration AN – Configuration de combinaison
- Gestionnaire de configuration AN - Coef. Psi (ψ)
- Gestionnaire de configuration AN - Coeff. de pondération des charges (γ)



Étape 2 : Créer des groupes de charges

Pour générer des combinaisons pour des ponts, il est nécessaire de faire la distinction entre les groupes de charges variables contenant des charges pour les bâtiments, et les groupes de charges variables contenant des charges pour les ponts. Lorsqu'un groupe de charges est défini comme Variable, le nouveau paramètre Structure s'affiche. La zone de liste propose quatre options :

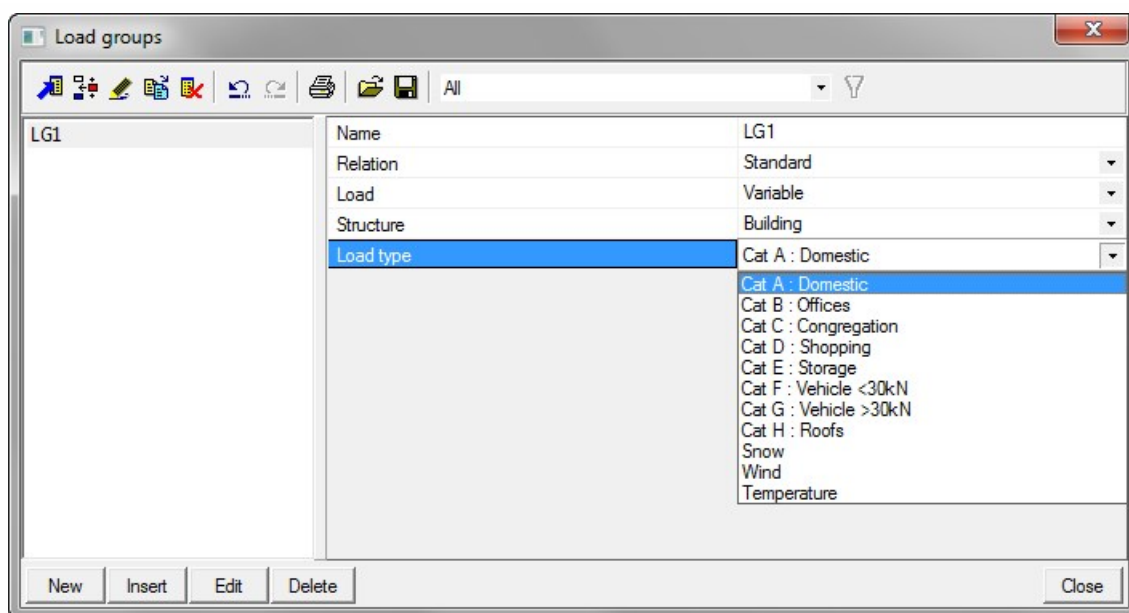
- Bâtiment (valeur par défaut, comme dans notre exemple)
- Pont routier (pour la liste des actions, voir la norme EN 1990 ; 2002 Annexe A2, tableau A2.1)
- Passerelle (pour la liste des actions, voir la norme EN 1990 ; 2002 Annexe A2, tableau A2.2)
- Pont ferroviaire (pour la liste des actions, voir la norme EN 1990 ; 2002 Annexe A2, tableau A2.3)



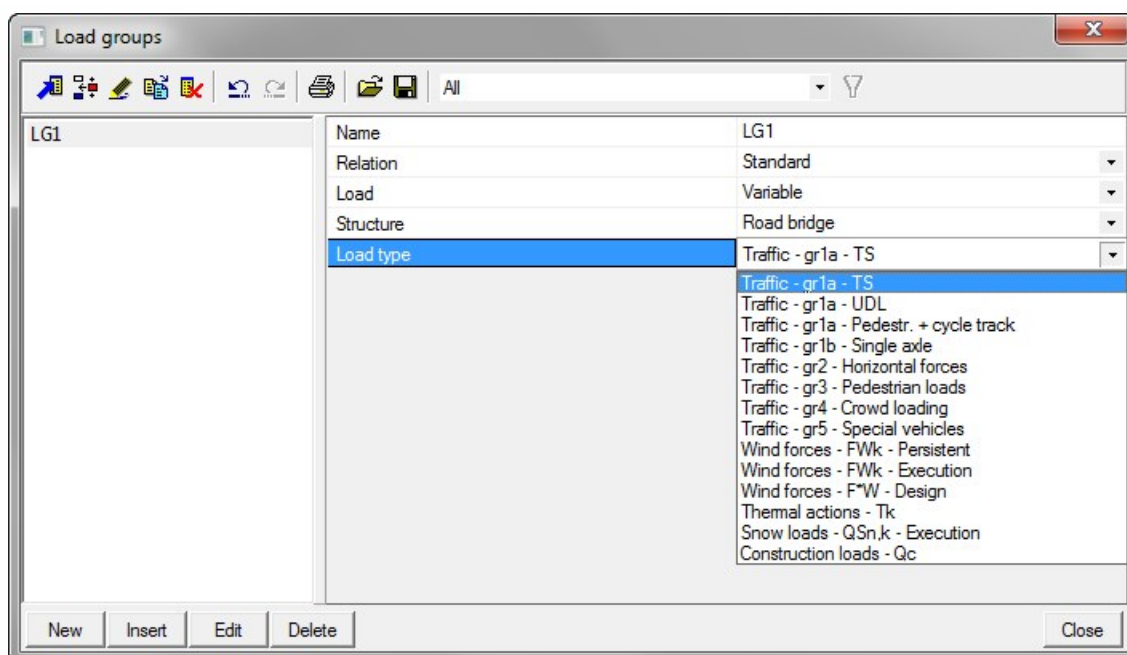
Le paramètre Structure est désactivé lorsque la fonctionnalité de combinaisons pour les ponts n'est pas activée dans la boîte de dialogue Paramètres du projet. Par défaut, la valeur sélectionnée est Bâtiment.

Selon l'option choisie dans cette zone de liste, le contenu de la zone de liste Type de charge varie.

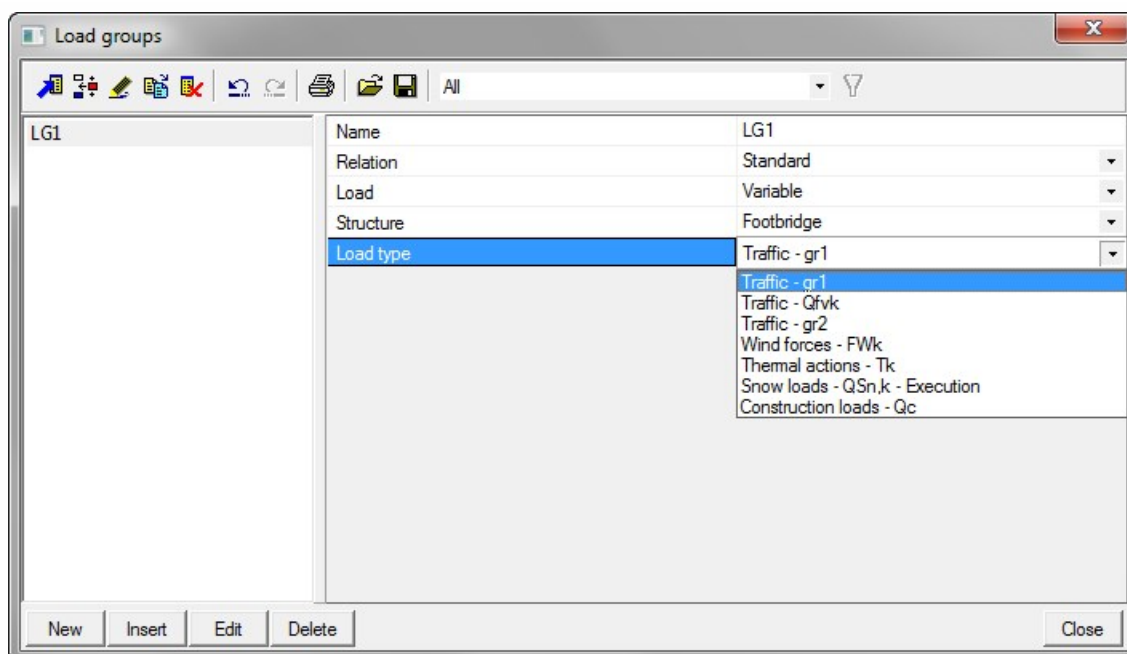
Contenu de la zone de liste Type de charge avec le paramètre Structure configuré sur Bâtiment :



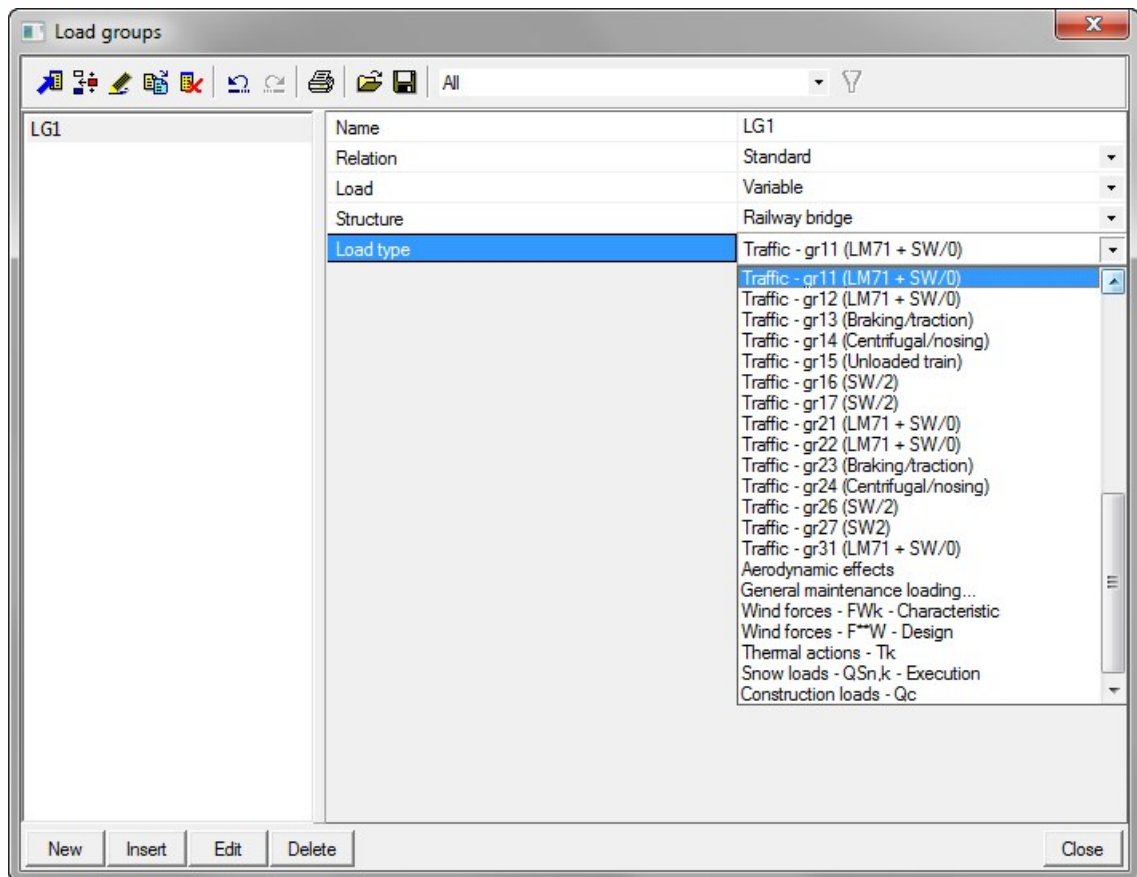
Contenu de la zone de liste Type de charge avec le paramètre Structure configuré sur Pont routier :



Contenu de la zone de liste Type de charge avec le paramètre Structure configuré sur Passerelle :



Contenu de la zone de liste Type de charge avec le paramètre Structure configuré sur Pont ferroviaire :

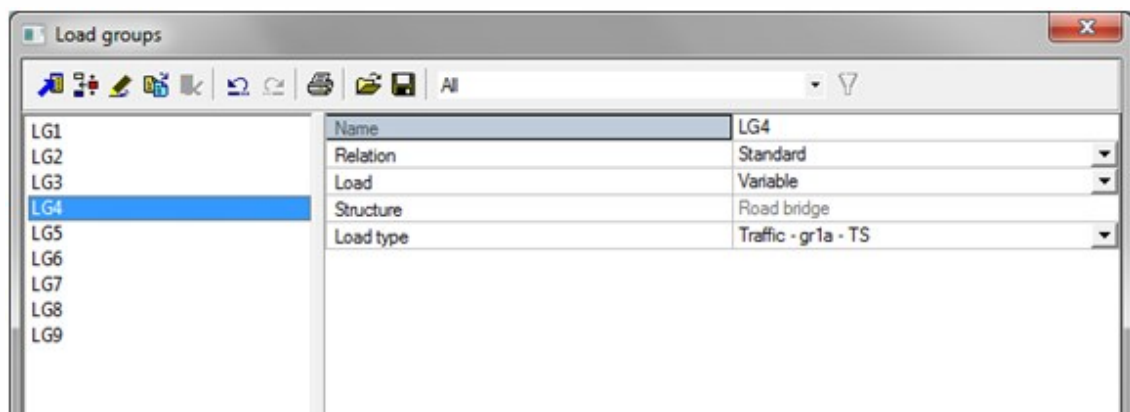


Il n'existe aucune table de correspondance entre les éléments de cette zone de liste. Par exemple, si le paramètre Structure est configuré sur Bâtiment et le paramètre Type de charge sur Cat. H, et qu'ensuite le paramètre Structure est modifié, la première valeur de l'option sélectionnée s'affiche dans la zone de liste Type de charge.

Lorsqu'un cas de charges est affecté à une combinaison donnée, d'autres restrictions sont implémentées pour le groupe de charges et le cas de charges dans les boîtes de dialogue Groupes de charges et Cas de charges. Imaginons qu'un cas de charges LC4 soit affecté à un groupe de charges LG4, avec le paramètre Structure configuré sur Pont routier. La combinaison CO1 pour les ponts routiers est déjà créée et LC4 est affecté à la combinaison.

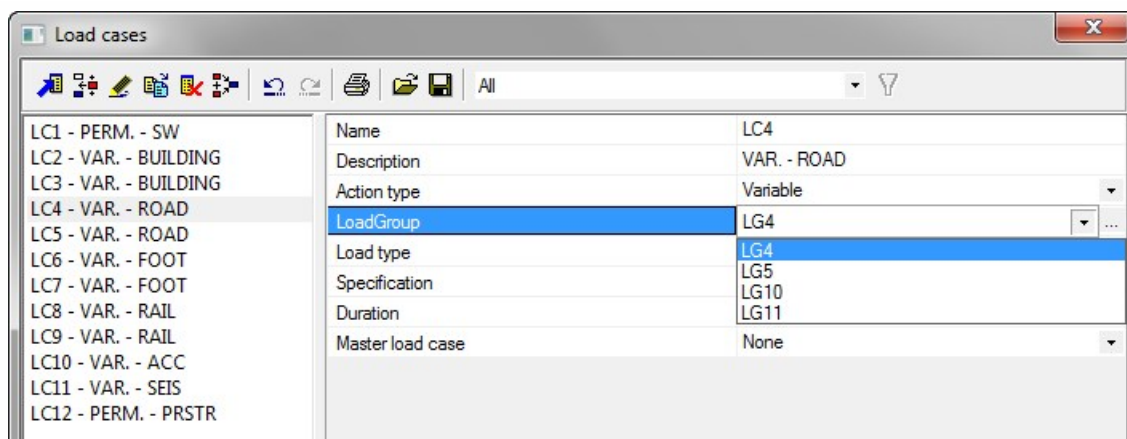
Groupe de charges :

Le paramètre Structure de LG4 est désactivé et non modifiable. En revanche, le paramètre Type de charge reste modifiable.



Cas de charges :

Il est possible de modifier le paramètre Groupe de charges de LC4, mais l'utilisateur ne peut choisir que des groupes de charges ayant le même paramètre Structure ou des groupes de charges variables indépendantes pour les charges accidentelles et sismiques. Le bouton affichant les points de suspension permet d'afficher la boîte de dialogue Groupes de charges avec son contenu filtré.

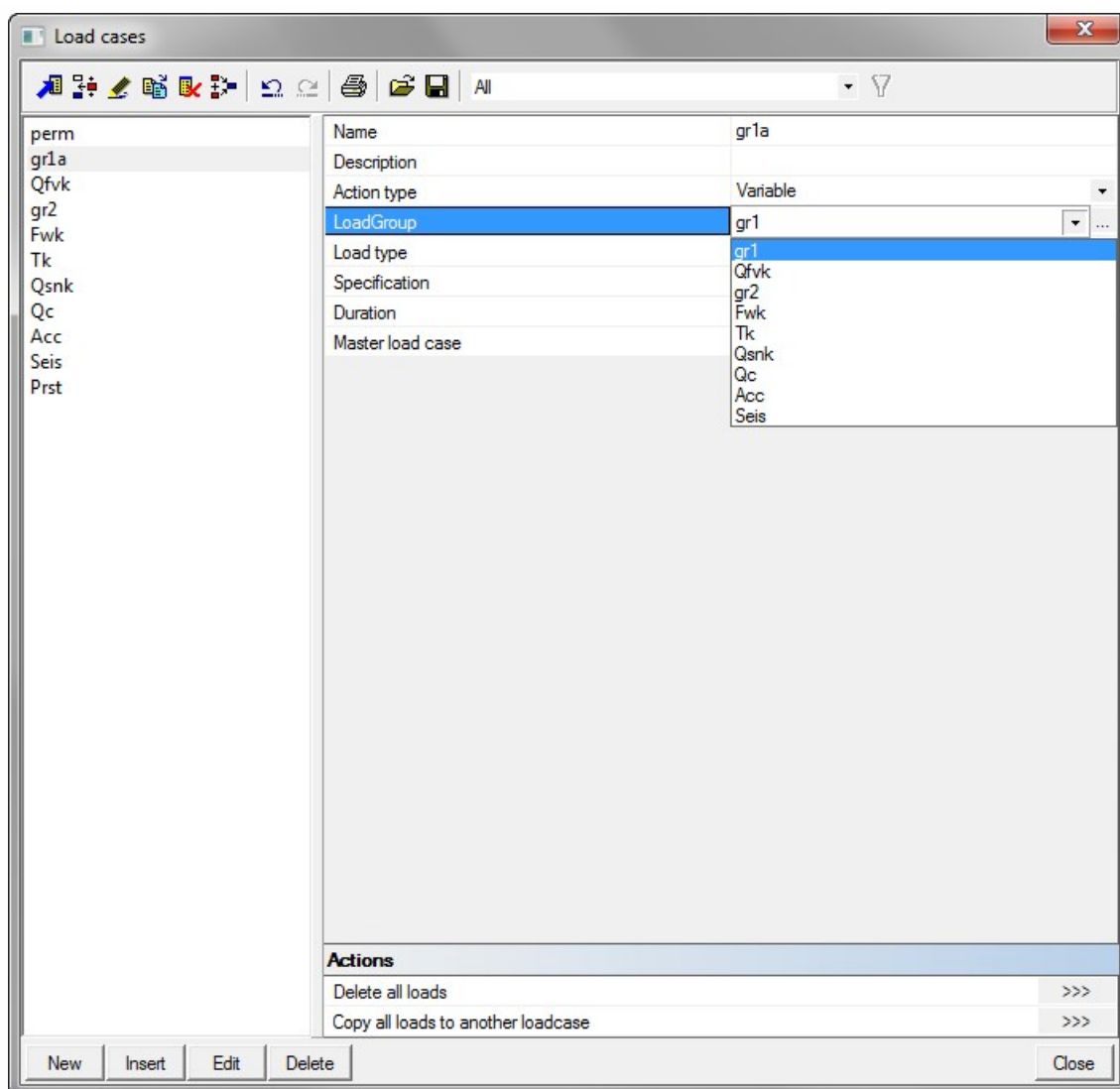


Ces restrictions deviennent actives dès qu'un cas de charges est affecté à la combinaison. Si le cas de charges n'est pas encore affecté, l'utilisateur peut modifier librement le groupe de charges.

Étape 3 : Attribuer des cas de charges aux groupes de charges

Dans cette étape, l'utilisateur affecte ses cas de charges aux groupes de charges définis à l'étape précédente. La seule différence par rapport à l'ancienne version de Scia Engineer concerne la restriction de la modification des groupes de charges, après l'affectation d'un cas de charges à la combinaison. Ce point a déjà été abordé à l'étape précédente.

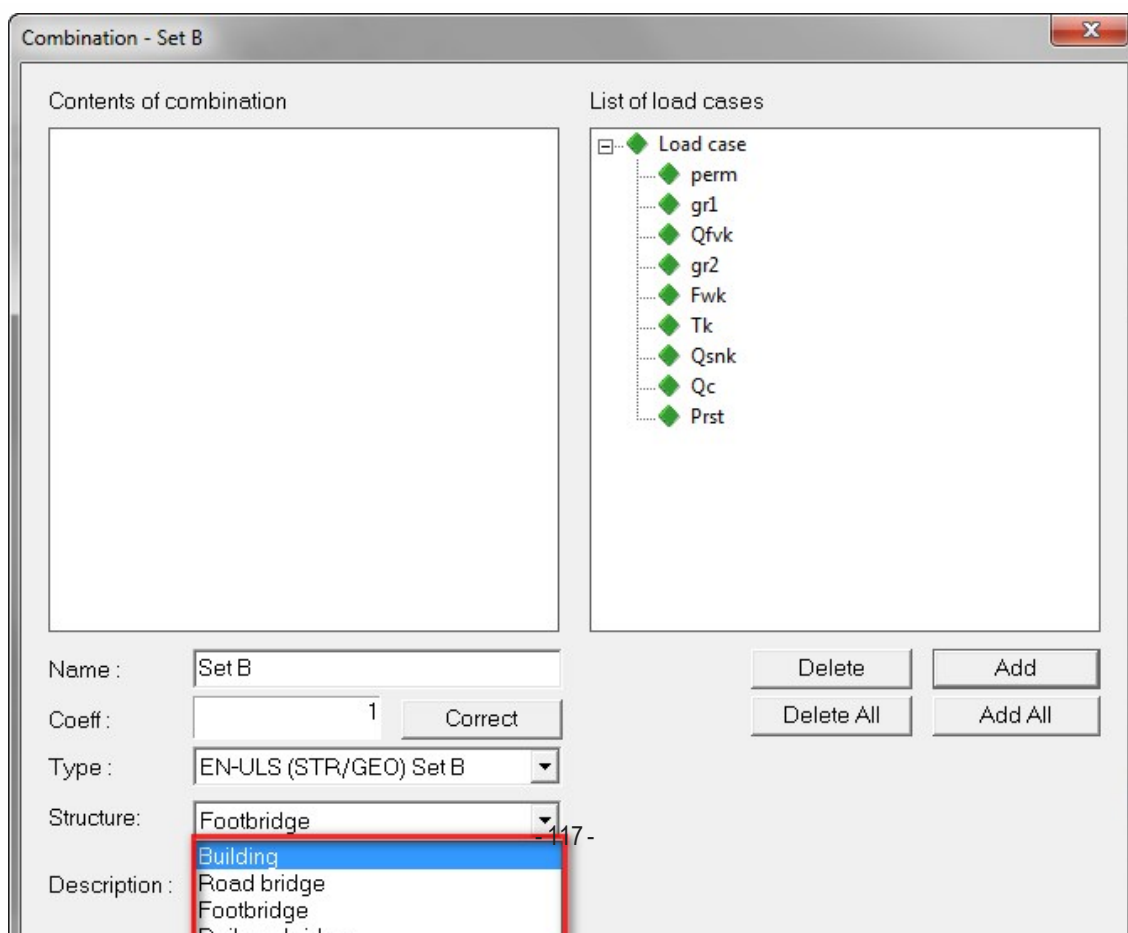
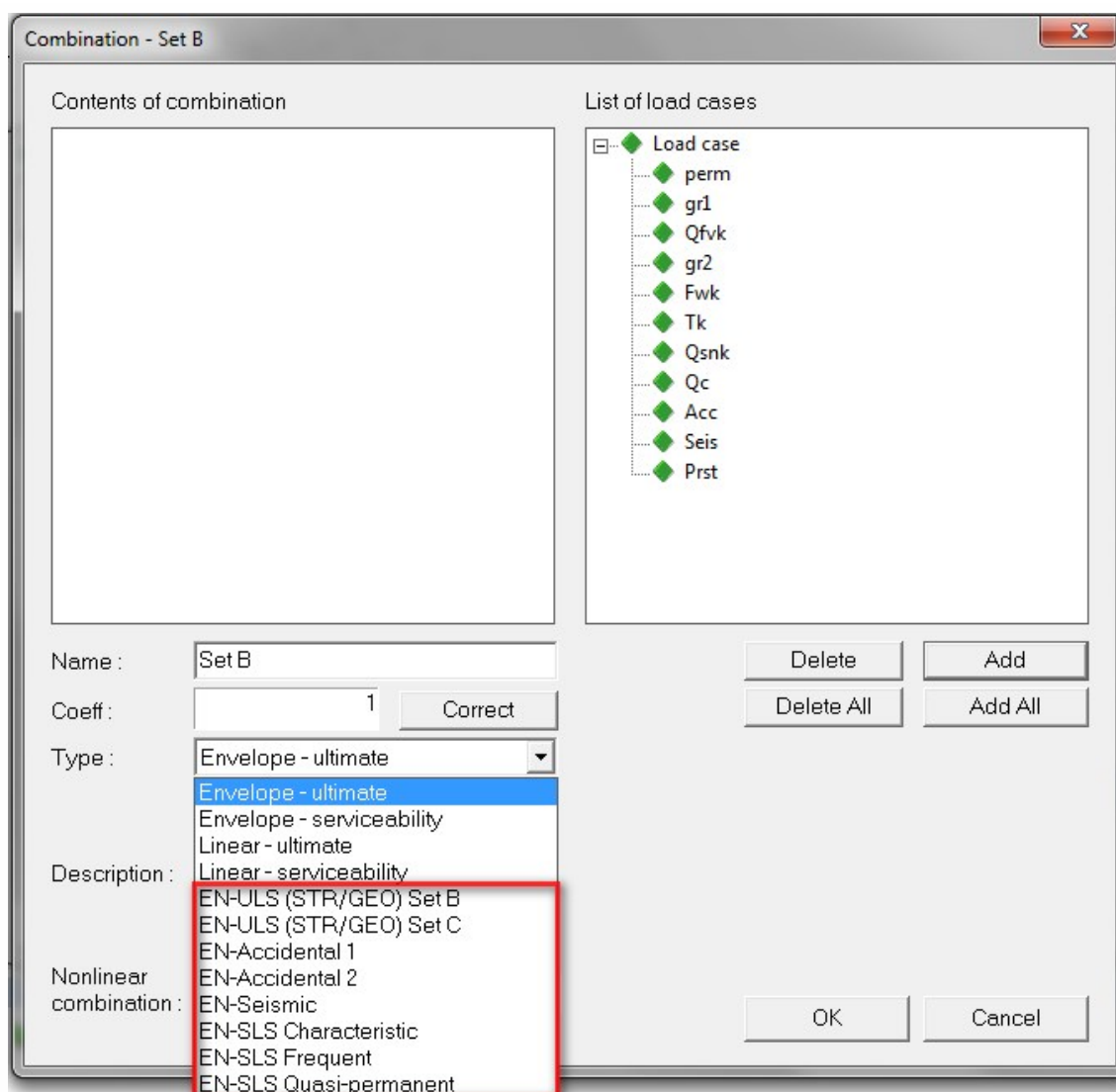
L'utilisateur ouvre la boîte de dialogue Cas de charges et choisit un groupe de charges approprié dans la liste Groupe de charges.



Étape 4 : Créer une combinaison de norme

Les combinaisons pour les bâtiments sont séparées des combinaisons pour les ponts. La raison tient à l'utilisation des coefficients γ et Ψ corrects, qui sont différents et définis dans une autre partie de l'interface. Notez également la présence d'une nouvelle zone de liste, appelée Structure, qui propose quatre options : Bâtiment, Pont routier, Passerelle et Pont ferroviaire.

Cette zone de liste n'apparaît que pour les types de combinaisons encadrées en rouge dans la capture d'écran ci-dessous. Pour les autres, elle est masquée.

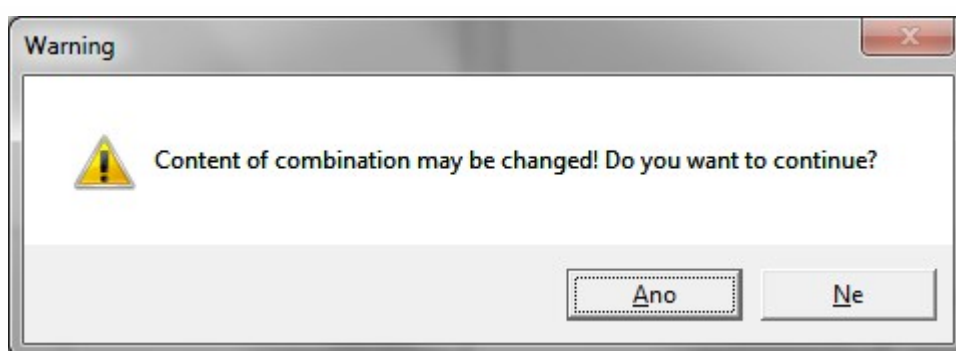


La partie droite de la fenêtre, qui indique les cas de charges, est filtrée en fonction de l'option sélectionnée dans Structure. Elle contient :

- des cas de charges permanentes ;
- des cas de charges de précontrainte permanentes ;
- des cas de charges connectés aux groupes de charges accidentelles et sismiques (uniquement pour les combinaisons Accidentel ou Sismique) ;
- des cas de charges affectés à un certain groupe de charges variables, ayant le même paramètre Structure.

Par exemple, si une combinaison Bâtiment est créée puis modifiée en une combinaison Passerelle, le contenu de cette partie de la fenêtre est mis à jour et le contenu de la combinaison est vérifié. Si des charges variables non compatibles sont trouvées, elles sont automatiquement supprimées de la combinaison.

Lors de cette modification, un message d'avertissement s'affiche, avec en arrière-plan le contenu modifié. L'utilisateur peut accepter ou annuler la modification.



Le même message s'affiche lors de la modification d'une combinaison en Accidentel ou Sismique (ou inversement). Les cas de charges qui sont affectés à des groupes de charges Accidentel ne peuvent être intégrés dans la combinaison Norme que lorsque le type de combinaison défini est Accidentel 1 ou Accidentel 2. Les cas de charges affectés à des groupes de charges Sismique présentent un comportement très similaire, en ce qu'ils ne peuvent être intégrés que dans une combinaison Sismique. Dans tous les autres cas, les cas de charges accidentelles et sismiques ne s'affichent pas dans la fenêtre Liste des cas de charge. Par ailleurs, lorsque de tels cas de charges figurent déjà dans la combinaison et que le type de celle-ci est modifié, ils sont supprimés de la combinaison.

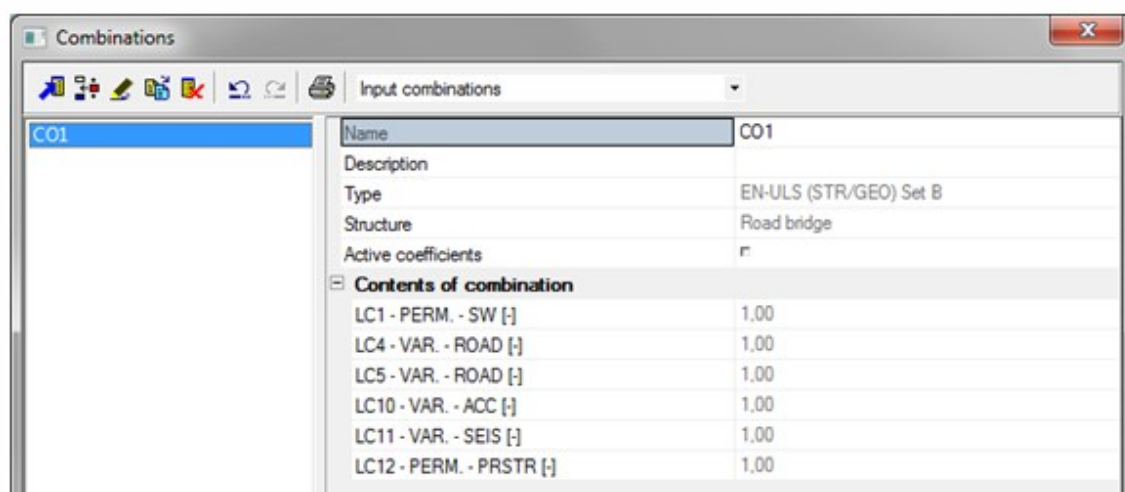
Exemple:

Type de combinaison	Liste des cas de charges
Enveloppe, Linéaire	Tous
Sauf EN-Accidentel 1,2 et EN-Sismique	Tous sauf Accidentel et Sismique
EN-Accidentel 1,2	Tous sauf Sismique
EN-Sismique	Tous sauf Accidentel

Le message d'avertissement précédent s'affiche également lors de la modification d'une combinaison non-norme en une combinaison de norme. Le paramètre Structure prend la valeur Bâtiment (option par défaut).

Le paramètre Structure s'affiche également dans la boîte de dialogue Combinaisons. Ici, il est désactivé et donc non modifiable. Par conséquent, la liste des cas de charges reste toujours correcte. Le paramètre Structure n'est affiché que pour les combinaisons de norme. Pour les autres, il est masqué.

Le paramètre Type est également désactivé et donc non modifiable.

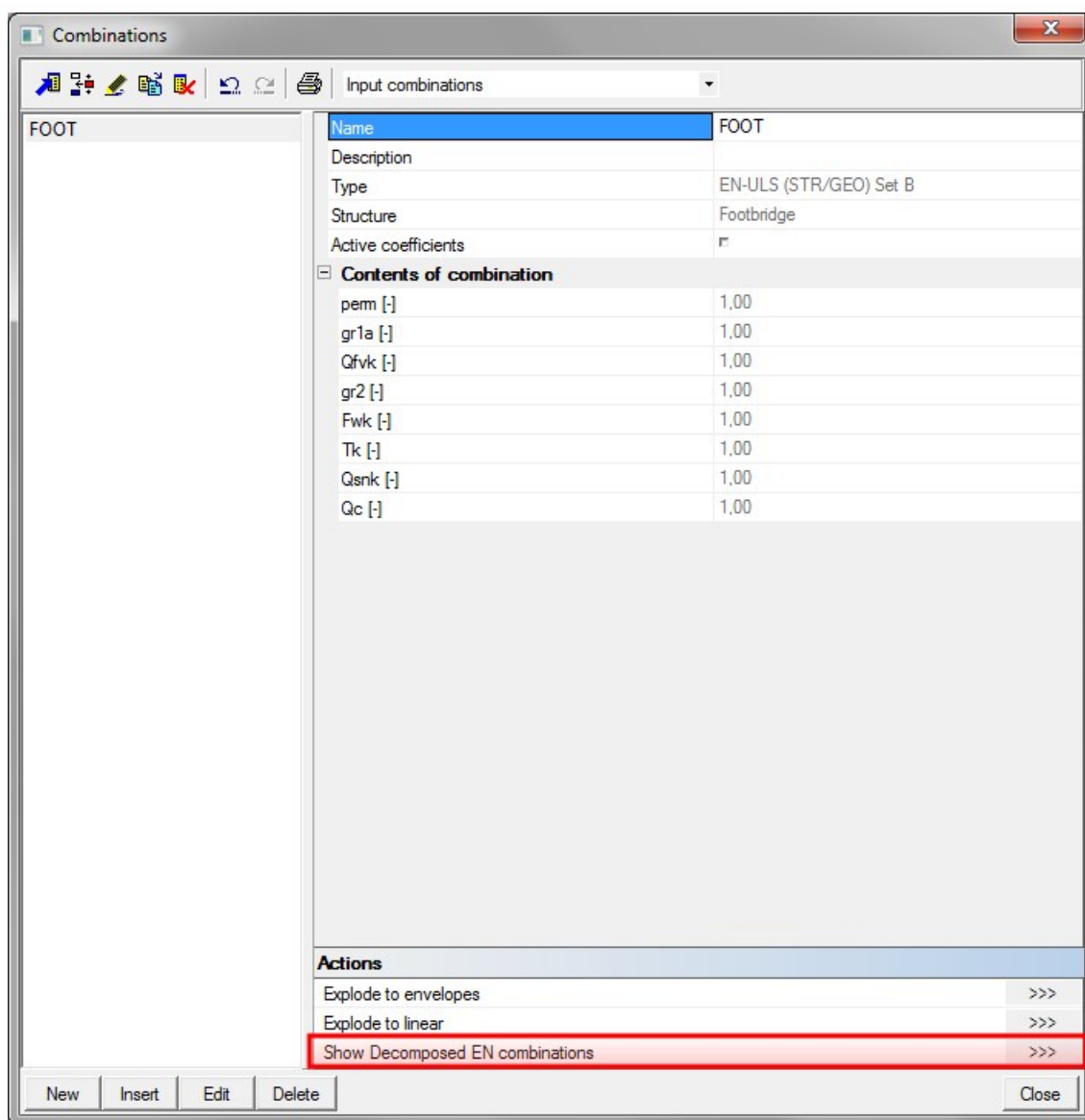


Ces restrictions visent à garantir le caractère correct des combinaisons.

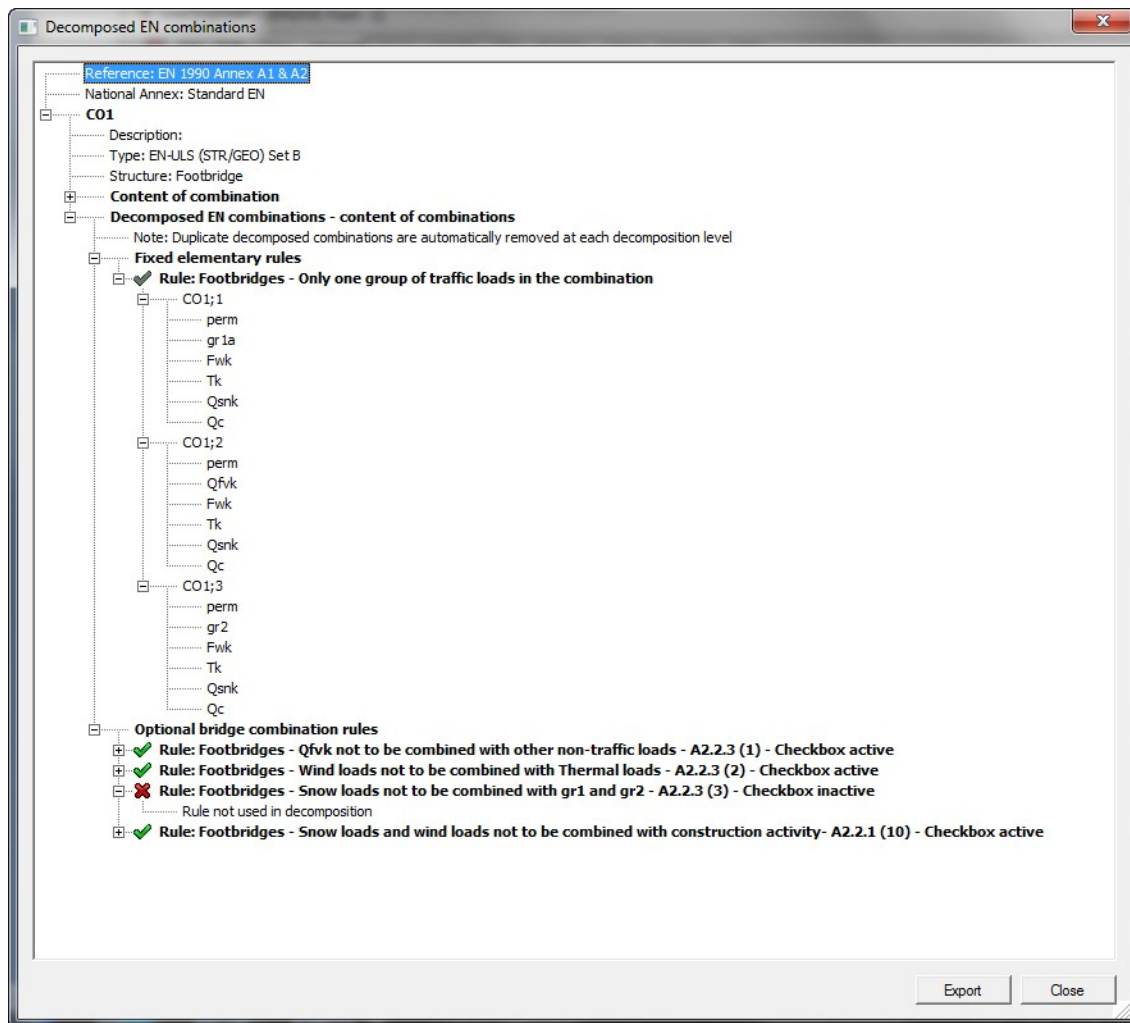
Étape 5 : Combinaisons EN décomposées

Pour générer des enveloppes de combinaisons, il est nécessaire d'extraire des combinaisons EN décomposées de la combinaison de norme « mère » définie par l'utilisateur. Ces nouvelles combinaisons sont le résultat de l'application de règles élémentaires fixes et de règles de configuration de combinaison facultatives sur une combinaison d'origine. Elles sont utilisées pour générer des enveloppes de combinaisons.

Le bouton Afficher les combinaisons EN décomposées s'affiche dans la zone Actions de la fenêtre Combinaisons, pour toutes les combinaisons de norme Bâtiment, Pont routier, Passerelle et Pont ferroviaire. Il est masqué pour les autres combinaisons. En cliquant sur les trois chevrons, l'utilisateur accède à une boîte de dialogue qui stocke ces combinaisons et documente le processus de décomposition.



En cliquant sur le bouton ci-dessus, une nouvelle boîte de dialogue s'affiche. Elle détaille le processus des combinaisons EN décomposées et permet de le contrôler. Les combinaisons finales se trouvent en bas de la boîte de dialogue car, à chaque étape, une règle est appliquée aux combinaisons de l'étape précédente. Par défaut, tous les contrôles sont actifs et doivent être pris en compte. Si l'utilisateur désactive le contrôle dans la configuration, la règle n'est pas appliquée. Cet état de fait est signalé dans la boîte de dialogue par un message d'avertissement sous la règle concernée.



Un bouton permet également d'exporter toutes ces données dans un fichier au format TXT. Si l'utilisateur clique sur ce bouton, il doit indiquer un chemin d'accès et un nom de fichier. Par défaut, le chemin d'accès au dossier de l'utilisateur s'affiche. Après confirmation, le fichier TXT est enregistré et s'ouvre dans un bloc-notes.

En général, on compte trois niveaux de filtrage des combinaisons redondantes :

- Le premier filtrage s'applique aux combinaisons décomposées. Toutes les combinaisons en double sont supprimées à chaque niveau de décomposition.
- Le deuxième filtrage est exécuté lors de la génération d'enveloppes de combinaisons.
- Le dernier filtrage intervient au niveau de l'éclatement linéaire.

Les combinaisons EN décomposées prennent en compte les règles particulières stipulées par l'annexe A2 de la norme EN 1990 et par la norme EN 1991-2. Il n'est pas nécessaire de combiner certaines charges variables avec d'autres. Pour chaque structure, un jeu de règles appropriées est défini, permettant la génération correcte d'enveloppes de combinaisons.

Règles de génération pour le bâtiment

Dans la norme EN 1990 A1, le tableau A1.1 énumère les charges variables possibles suivantes :

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Imposed loads in buildings, category (see EN 1991-1-1)			
Category A : domestic, residential areas	0,7	0,5	0,3
Category B : office areas	0,7	0,5	0,3
Category C : congregation areas	0,7	0,7	0,6
Category D : shopping areas	0,7	0,7	0,6
Category E : storage areas	1,0	0,9	0,8
Category F : traffic area, vehicle weight $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Category G : traffic area, $30\text{kN} < \text{vehicle weight} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Category H : roofs	0	0	0
Snow loads on buildings (see EN 1991-1-3)*			
Finland, Iceland, Norway, Sweden	0,70	0,50	0,20
Remainder of CEN Member States, for sites located at altitude $H > 1000\text{ m a.s.l.}$	0,70	0,50	0,20
Remainder of CEN Member States, for sites located at altitude $H \leq 1000\text{ m a.s.l.}$	0,50	0,20	0
Wind loads on buildings (see EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperature (non-fire) in buildings (see EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NOTE The ψ values may be set by the National annex.			
* For countries not mentioned below, see relevant local conditions.			

Selon la norme EN 1991-1-1, il n'est pas nécessaire de combiner chaque charge variable avec le reste. Des règles précises sont fournies séparément pour les bâtiments. Par défaut, toutes ces règles sont activées, conformément à la norme EC-EN. Toutefois, l'utilisateur peut en désactiver certaines dans la configuration de son annexe nationale, en décochant les cases correspondantes. Si la règle est décochée, les combinaisons ignorent la recommandation de la norme EC-EN et n'appliquent pas cette règle.

En fait, une seule règle s'applique aux bâtiments :

EN 1991-1-1:2002 (E)

3.3.2 Additional provisions for buildings

(1) On roofs, imposed loads, and snow loads or wind actions should not be applied together simultaneously.

Ce qui revient à dire :

Les charges de Catégorie H ne doivent pas être combinées avec des charges de neige ou de vent.

Voici le tableau indiquant comment combiner des charges variables :

All checks deactivated - EN standard											
	Cat A	Cat B	Cat C	Cat D	Cat E	Cat F	Cat G	Cat H	Snow	Wind	Temp.
Cat A											
Cat B											
Cat C											
Cat D											
Cat E											
Cat F											
Cat G											
Cat H											
Snow											
Wind											
Temp.											
Rule 1 active - Category H loading not to be combined with snow or wind - EN 1991-1-1: 3.3.2 (1)											-

Comme vous pouvez le voir, la catégorie Cat H doit être combinée avec toutes les charges sauf la neige et le vent.



Le tableau ci-dessus ne concerne que les groupes de charges EN standard. Les autres groupes de charges AN sont correctement pris en compte dans les règles de combinaison.

Règles de génération pour les ponts routiers

Dans la norme EN 1990 A2, le tableau A2.1 énumère les charges variables possibles suivantes :

Action	Symbol		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Traffic loads	gr1a (LM1 + pedestrian or cycle-track loads)	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,4	0,4	0
		Pedestrian + cycle track loads	0,4	0,4	0
	gr1b (Single axle)		0	0,75	0
	gr2 (Horizontal forces)		0	0	0
	gr3 (Pedestrian loads)		0	0,4	0
	gr4 (LM4 - Crowd loading)		0	-	0
gr5 (LM3 - Special vehicles)		0	-	0	
Wind forces	F_{wk}	Persistent design situations	0,6	0,2	0
		Execution	0,8	-	0
	F^*_w		1	-	-
Thermal actions	T_k		0,6	0,6	0,5
Snow loads	$Q_{sn,k}$ (during execution)		0,8	-	-
Construction loads	Q_c		1	-	1

Les charges de trafic (modèles de charge) des ponts routiers doivent être, selon la norme EN 1991-2, triées en plusieurs groupes de charges. Ces groupes doivent être combinés à d'autres charges variables, mais pas à un autre groupe de charges de trafic. Ils s'excluent mutuellement.

TRAFFIC LOAD MODELS FOR ROAD BRIDGES

Traffic load models

- Vertical forces : LM1, LM2, LM3, LM4
- Horizontal forces : braking and acceleration, centrifugal, transverse

Groups of loads

- gr1a, gr1b, gr2, gr3, gr4, gr5
- characteristic, frequent and quasi-permanent values

Combination with actions other than traffic actions

Table 4.4a - Assessment of groups of traffic loads (characteristic values of the multi-component action)

		CARRIAGEWAY						FOOTWAYS AND CYCLE TRACKS
Load type		Vertical forces				Horizontal forces		Vertical forces only
Reference		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Load system		LM1 (TS and UDL systems)	LM2 (Single axle)	LM3 (Special vehicles)	LM4 (Crowd loading)	Braking and acceleration forces	Centrifugal and transverse forces	Uniformly Distributed load
Groups of Loads	gr1a	Characteristic values				^a	^a	Combination value ^b
	gr1b		Characteristic value					
	gr2	Frequent values ^b				Characteristic value	Characteristic value	
	gr3 ^d							Characteristic value ^c
	Gr4				Characteristic value			Characteristic value ^b
	Gr5	See annex A		Characteristic value				
Dominant component action (designated as component associated with the group)								
^a May be defined in the National Annex. ^b May be defined in the National Annex. The recommended value is 3 kN/m ² . ^c See 5.3.2.1-(2). One footway only should be considered to be loaded if the effect is more unfavourable than the effect of two loaded footways. ^d This group is irrelevant if gr4 is considered.								

Cas problématique du groupe de charges gr1a – Consultez l'exemple pour voir comment utiliser ce groupe dans la combinaison.

Characteristic combinations of actions

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} + G_{kj, \text{inf}}) \right\} + P_k + \underbrace{\left\{ \begin{array}{l} (TS + UDL + q_{fk}^*) + 0,6F_{wk, \text{traffic}} \\ gr_{i=1b,2,3,4,5} + 0,6T_k \\ gr1b \\ T_k + (0,75TS + 0,4UDL + 0,4q_{fk}^*) \\ F_{wk} \\ Q_{Sn,k} \end{array} \right\}}_{\psi_0 gr1a}$$

Si l'utilisateur crée plusieurs groupes de charges avec des charges TS, UDL ou Piéton pour gr1a, ceux-ci sont toujours pris en compte ensemble dans la combinaison. Cela signifie que tous les cas de charges issus de ces groupes de charges sont considérés comme dominants ou accompagnants.

Voici la liste des règles pour les ponts routiers et un tableau indiquant comment combiner les charges variables :

Only one wind action in the combination	-
Only one group of traffic loads in the combination	-
Rule 1 active - gr1b not to be combined with other non-traffic loads - A2.2.2 (2)	-
Rule 2 active - Snow or wind load not to be combined with gr2 - A2.2.2 (3)a	NA/other
Rule 3 active - Snow or wind load not to be combined with gr3 - A2.2.2 (3)b	NA/other
Rule 4 active - Snow or wind load not to be combined with gr4 - A2.2.2 (3)c	NA/other
Rule 5 active - Snow not to be combined with gr1a and gr1b - A2.2.2 (4)	NA/other
Rule 6 active - Wind loads not to be combined with Thermal loads - A2.2.2 (6)	NA/other
Rule 7 active - Snow loads and wind loads not to be combined with construction activity- A2.2.1 (10)	other

All checks deactivated-EN standard														
	gr1a-TS	gr1a-UDL	gr1a-Ped	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	F _{wk} P	F _{wk} E	F* _w	T _k	Q _{sn,k}	Q _c
gr1a-TS														
gr1a-UDL														
gr1a-Ped														
gr1b													+Rule 5	
gr2														
gr3														
gr4														
gr5														
F _{wk} P														
F _{wk} E														
F* _w														
T _k														
Q _{sn,k}				+Rule 5										
Q _c														

Comme vous pouvez le constater, le groupe de charges gr1a ne doit être combiné qu'avec les forces dues au vent, les actions de la température (T_k) et les charges de construction (Q_c).

La charge concentrée Q_{fvk} est également mentionnée dans la norme EN 1990, mais pour les ponts routiers, aucun groupe de charges n'est défini précisément pour cette charge. C'est à l'utilisateur de décider où la placer. Le groupe de charges gr3 (piéton) est probablement le plus approprié.

Règles de génération pour les passerelles

Dans la norme EN 1990 A2, le tableau A2.2 énumère les charges variables possibles suivantes :

Action	Symbol	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
Traffic load	gr1	0,4	0,4	0
	Q _{fvk}	0	0	0
	gr2	0	0	0
Wind forces	F _{wk}	0,3	0,2	0
Thermal actions	T _k	0,6	0,6	0,5
Snow loads	Q _{sn,k} (during execution)	0,8	-	0
Construction loads	Q _c	1	-	1

(2) Three models, mutually exclusive, should be taken into account, as relevant. They consist of :

- a uniformly distributed load, q_{fk}
- a concentrated load Q_{fvk} , and
- loads representing service vehicles, Q_{serv} .

En fait, le groupe gr1 est égal à q_{fk} .

En fait, le groupe gr2 est égal à Q_{serv} .

Table 5.1 - Definition of groups of loads (characteristic values)

Load type		Vertical forces		Horizontal forces
Load system		Uniformly distributed load	Service vehicle	
Groups of loads	gr1	q_{fk}	0	Q_{fk}
	gr2	0	Q_{serv}	Q_{fk}

Plus la charge de neige Q_{fk} , dans laquelle les efforts horizontaux ne doivent pas être pris en compte.

Voici la liste des règles pour les passerelles et un tableau indiquant comment combiner les charges variables :

Only one group of traffic loads in the combination					-
Rule 1 active - Q_{fk} not to be combined with other non-traffic loads - A2.2.3 (1)					-
Rule 2 active - Wind loads not to be combined with Thermal loads - A2.2.3 (2)					NA/other
Rule 3 active - Snow loads not to be combined with gr1 and gr2 - A2.2.3 (3)					NA/other
Rule 4 active - Snow loads and wind loads not to be combined with construction activity- A2.2.1 (10)					other

All checks deactivated- EN standard							
	gr1	Q_{fk}	gr2	F_{wk}	T_k	$Q_{s,k}$	Q_c
gr1							
Q_{fk}							
gr2							
F_{wk}							
T_k							
$Q_{s,k}$							
Q_c							

Comme vous pouvez le voir, le groupe de charges gr1 ne doit être combiné qu'avec les forces dues au vent (F_{wk}), les actions de la température (T_k) et les charges de construction (Q_c).

Règles de génération pour les ponts ferroviaires

La norme EN 1990 spécifie deux types d'action de trafic utilisables : les composantes individuelles des actions du trafic et les principales actions de trafic (groupe de charges). Comme la plupart des combinaisons résultent de groupes de charges, seule cette option est prise en charge.

Dans la norme EN 1990 A2, le tableau A2.3 énumère les charges variables possibles suivantes :

Action		Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Individual components of traffic actions to be skipped in Stage 1					
Main traffic actions (Group of loads)	Traffic load	gr11 (LM71 + SW/O)	0,8	0,8	0
		gr12 (LM71 + SW/O)			
		gr13 (Braking/traction)			
		gr14 (Centrifugal/nosing)			
		gr15 (Unloaded train)			
		gr16 (SW/2)			
		gr17 (SW/2)			
		gr21 (LM71 + SW/O)	0,8	0,7	0
		gr22 (LM71 + SW/O)			
		gr23 (Braking/traction)			
		gr24 (Centrifugal/nosing)			
		gr26 (SW/2)			
		gr27 (SW/2)			
		gr31 (LM71 + SW/O)	0,8	0,6	0
	Other operating actions	Aerodynamic effects	0,8	0,5	0
		General maintenance loading for non public footpaths	0,8	0,5	0
	Wind forces	F_{wk}	0,75	0,5	0
		$F^{**}w$	1	0	0
	Thermal actions	T_k	0,6	0,6	0,5
	Snow loads	$Q_{s,k}$ (during execution)	0,8	-	0
	Construction loads	Q_c	1	-	1

Table 6.11 - Assessment of Groups of Loads for rail traffic (characteristic values of the multicomponent actions)

number of tracks on structure			Groups of loads Reference EN 1991-2			Vertical forces			Horizontal forces			Comment
1	2	≥ 3	number of tracks loaded	Load Group ⁽⁸⁾	Loaded track	LM 71 ⁽¹⁾ SW/O ^{(1),(2)} HSLM ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	SW/2 ^{(1),(3)}	Unloaded train	6.5.3 Traction, Braking ⁽¹⁾	6.5.1 Centrifugal force ⁽¹⁾	6.5.2 Nosing force ⁽¹⁾	
1	2	≥ 3	1	gr11	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 with max. longitudinal
			1	gr 12	T ₁	1			0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 with max. transverse
			1	gr 13	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal
			1	gr 14	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾	1	1	Max. lateral
			1	gr 15	T ₁			1		1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Lateral stability with "unloaded train"
			1	gr 16	T ₁		1		1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. longitudinal
			1	gr 17	T ₁		1		0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. transverse
			2	gr 21	T ₁ T ₂	1 1			1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 with max longitudinal
			2	gr 22	T ₁ T ₂ T ₃	1 1 1			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 with max. transverse
			2	gr 23	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			1 1	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal
			2	gr 24	T ₁ T ₂ T ₃	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 1 1	1 1 1	Max. lateral
			2	gr 26	T ₁ T ₂	1 1	1		1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. longitudinal
			2	gr 27	T ₁ T ₂	1 1	1		0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	SW/2 with max. transverse
			≥ 3	gr 31	T ₁	0,75			0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾	Additional load case

Voici la liste des règles pour les ponts ferroviaires et un tableau indiquant comment combiner les charges variables :

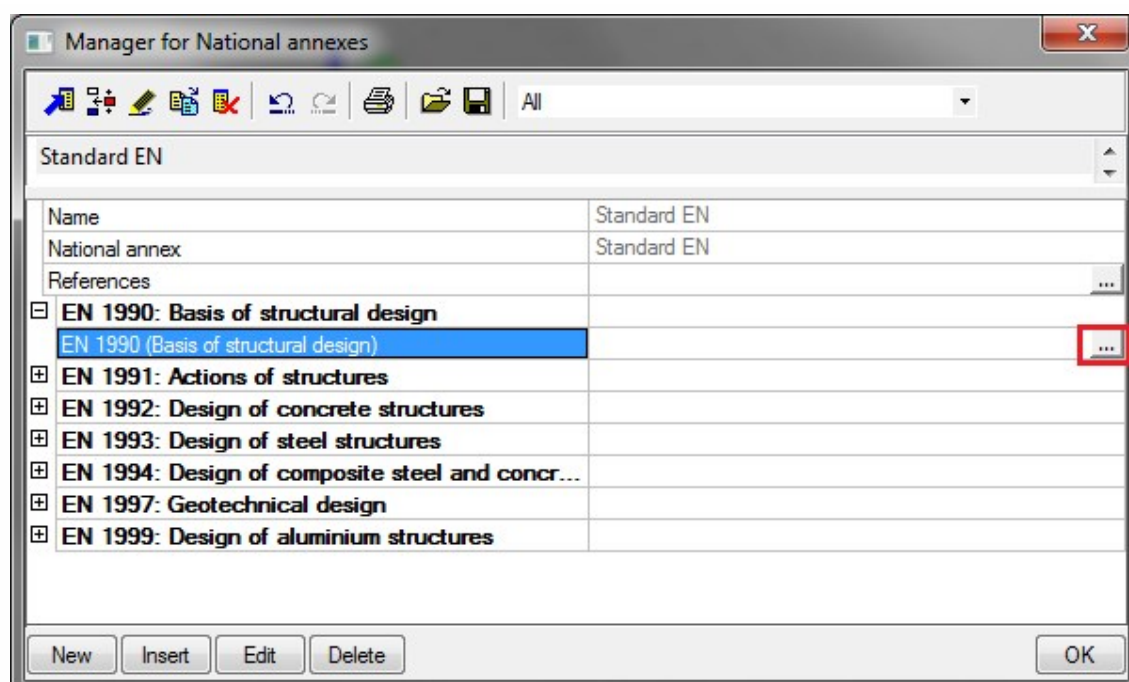
Only one wind action in the combination	-
Only one group of traffic loads in the combination	-
Rule 1 active -Snow loads not to be taken into account - A2.2.4 (1)	NA
Rule 2 active -Wind action not to be combined with gr13 or gr23- A2.2.4 (3)a	-
Rule 3 active -Wind action not to be combined with gr16, gr17, gr26, gr27- A2.2.4 (3)b	-
Rule 4 active -Snow loads and wind loads not to be combined with construction activity- A2.2.1 (10)	other

All checks deactivated-EN standard																					
	gr11	gr12	gr13	gr14	gr15	gr16	gr17	gr21	gr22	gr23	gr24	gr26	gr27	gr31	Ae	Gml	F _{yk}	F** _w	T _k	Q _{0,k}	Q _c
gr11																					
gr12																					
gr13																					
gr14																					
gr15																					
gr16																					
gr17																					
gr21																					
gr22																					
gr23																					
gr24																					
gr26																					
gr27																					
gr31																					
Ae																					
Gml																					
F _{yk}																					
F** _w																					
T _k																					
Q _{0,k}																					
Q _c																					

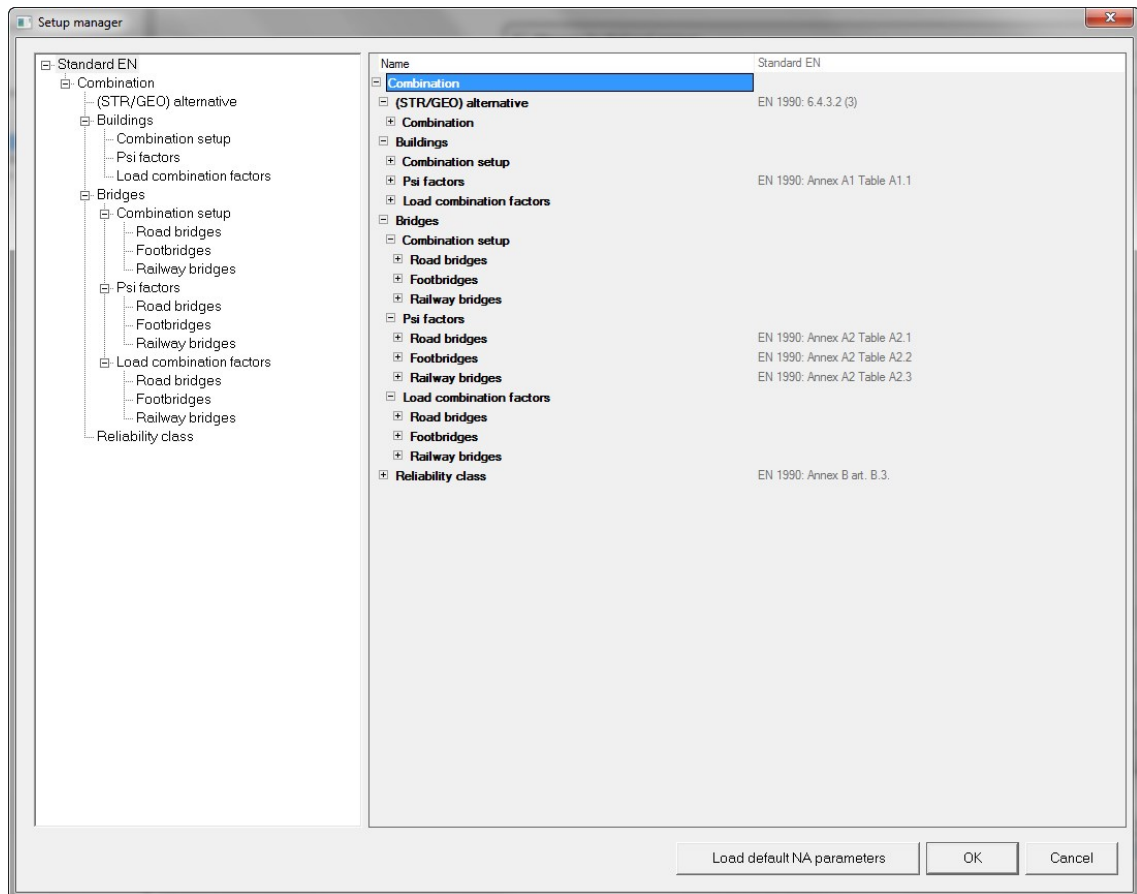
Comme vous pouvez le constater, le groupe de charges gr13 ne doit être combiné qu'avec les effets aérodynamiques, les charges générales d'entretien, les actions de la température (T_k) et les charges de construction (Q_c).

Étape 6 : Boîte de dialogue Configuration AN

Toutes les règles de combinaisons contenant des valeurs ψ et γ sont accessibles dans la boîte de dialogue Configuration AN. Elles diffèrent selon qu'il s'agit de bâtiments ou des trois types de pont. L'utilisateur peut y accéder en cliquant sur le bouton de modification correspondant à la ligne EN 1990 dans la boîte de dialogue Gestionnaire des annexes nationales.



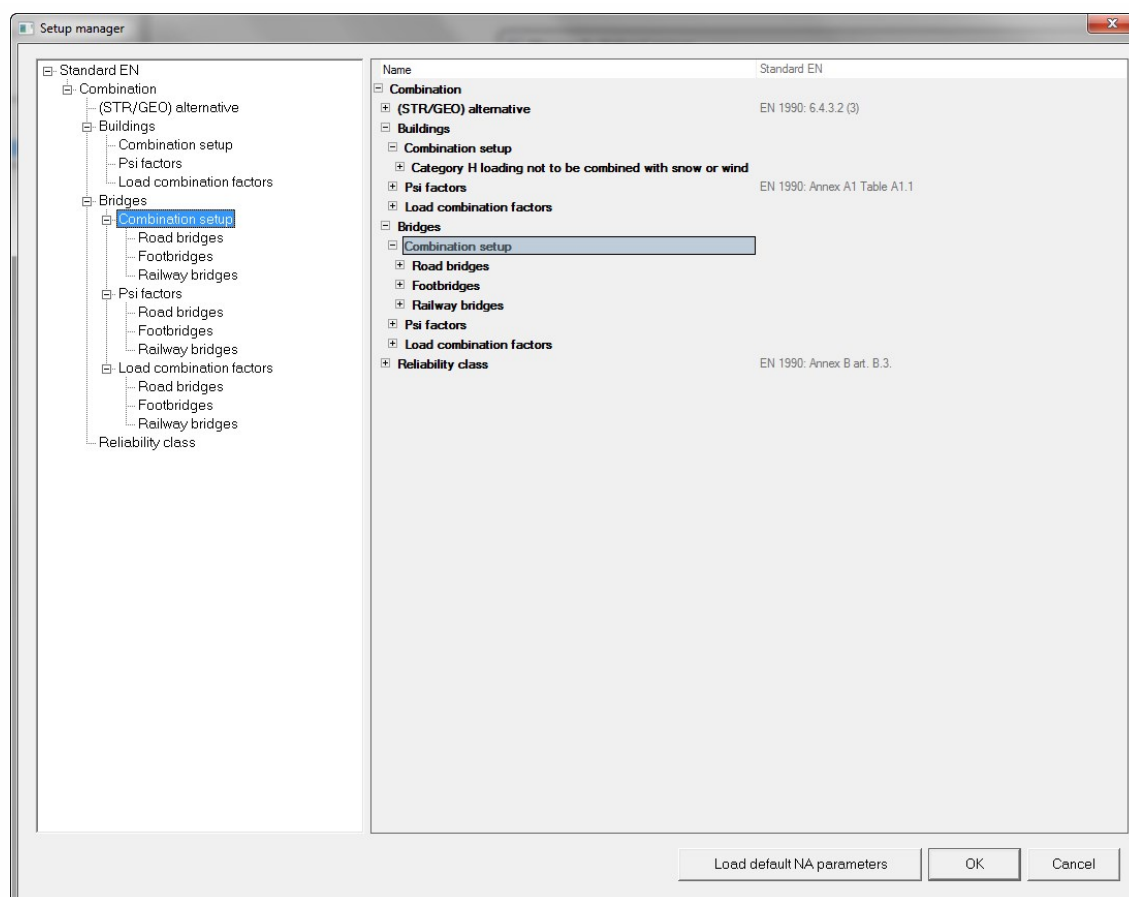
Ce bouton ouvre la boîte de dialogue Gestionnaire de configuration. Un seul regard suffit pour se rendre compte que toute la structure a été changée.



Configuration de combinaisons

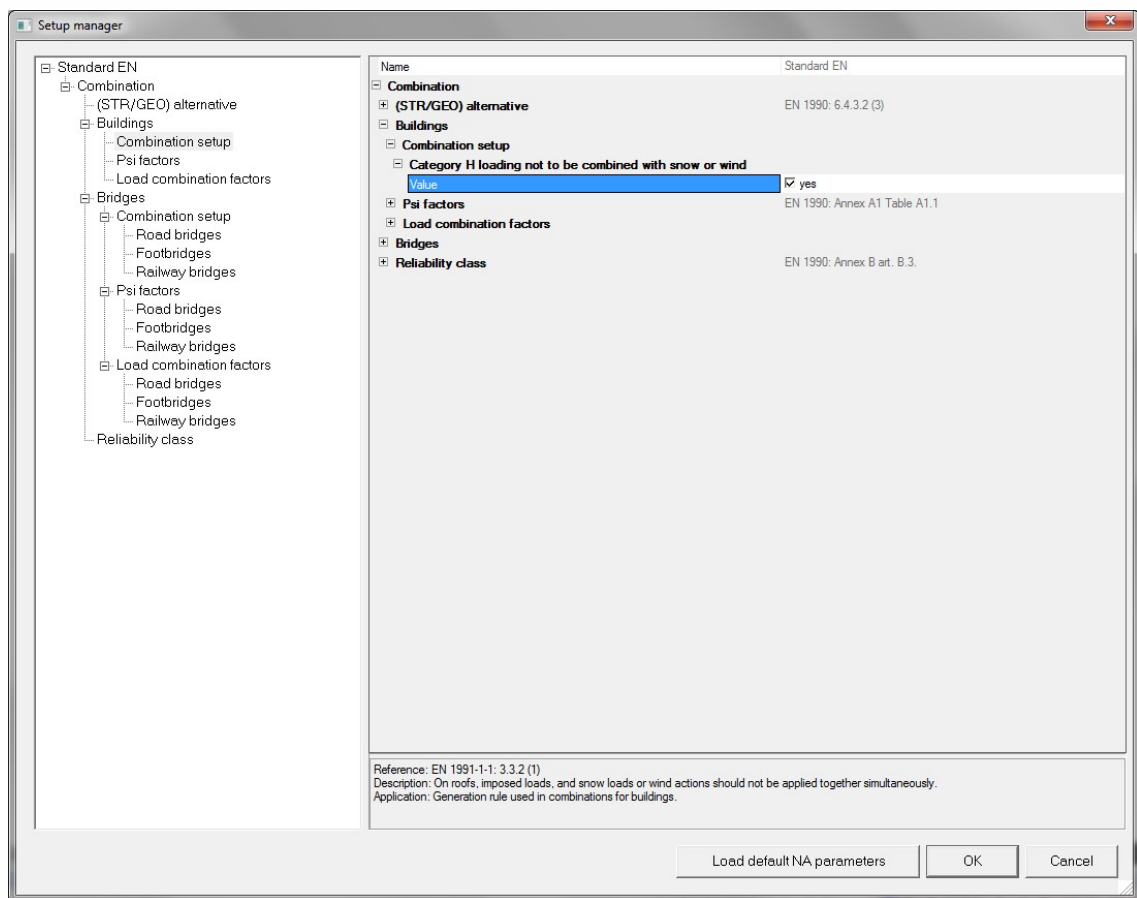
Selon les normes EN 1990 Annexe 2 et EN 1991-2, il n'est pas nécessaire de combiner chaque charge variable avec le reste. Des règles précises sont fournies séparément pour tous les types de pont et pour les bâtiments. Par défaut, toutes ces règles sont activées, conformément à la norme EC-EN. Toutefois, l'utilisateur peut appliquer ces règles dans sa configuration d'annexe nationale en cochant les cases correspondantes. Si la règle est décochée, les combinaisons ignorent la recommandation de la norme EC-EN et n'appliquent pas la règle.

Les règles de configuration de combinaison pour les ponts et les bâtiments sont répertoriées ici.



Lorsqu'une règle est sélectionnée, des informations détaillées s'affichent dans la zone de description située en bas de la boîte de dialogue. Dans cette zone, trois champs (Référence, Description et Application) apparaissent.

Règles de combinaison pour les bâtiments :

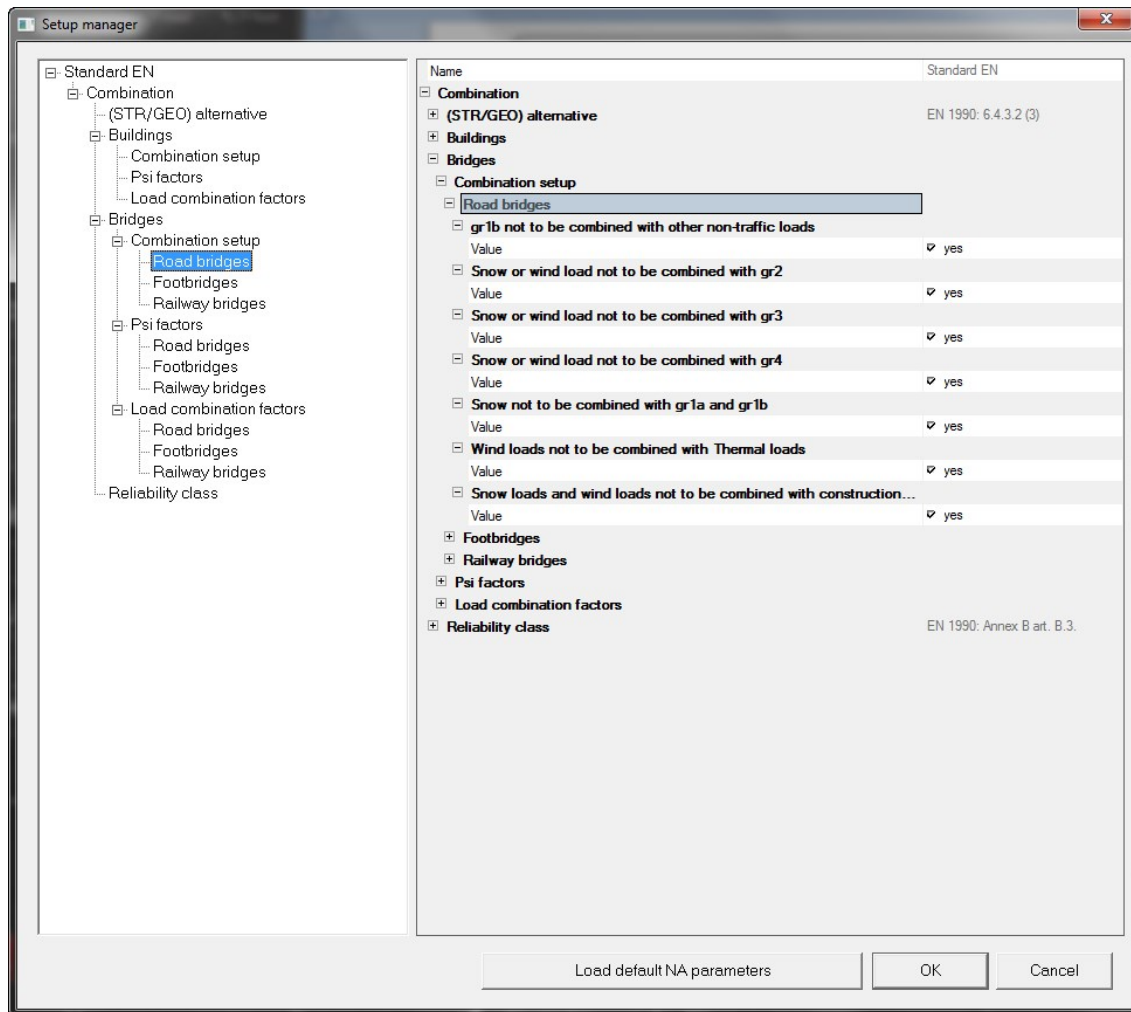


Les règles suivantes de configuration des combinaisons pour les bâtiments sont fournies :

Ne pas combiner les charges de Catégorie H avec des charges de neige ou de vent

- Référence : EN 1991-1-1 3.3.2 (1)
- Description : Sur les toitures, il convient de ne pas appliquer simultanément les charges d'exploitation et les charges dues à la neige ou au vent.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les bâtiments.

Règles de combinaison pour les ponts routiers :



Les règles suivantes de configuration des combinaisons pour les ponts routiers sont fournies :

Ne pas combiner gr1b avec d'autres charges non dues au trafic

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (2)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner le modèle de charge 2 (ou le groupe de charges associé gr1b) ni la charge concentrée Q_{fwk} (voir la section 5.3.2.2 de la norme EN 1991-2) sur les passerelles avec aucune autre action variable non liée au trafic.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Ne pas combiner la charge de neige ou de vent avec gr2

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner les charges de neige ni les actions de vent avec les forces de freinage ou d'accélération, ou les forces centrifuges, ou le groupe de charges associé gr2.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Ne pas combiner la charge de neige ou de vent avec gr3

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner les charges de neige ni les actions de vent avec les charges sur les trottoirs et les pistes cyclables ou avec le groupe de charges associé gr3.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Ne pas combiner la charge de neige ou de vent avec gr4

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner les charges de neige ni les actions de vent avec la charge de foule (Modèle de charge 4) ou le groupe de charges associé gr4.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Ne pas combiner la charge de neige avec gr1a et gr1b

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (4)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner les charges de neige avec les Modèles de charge 1 et 2 ou les groupes de charges associés gr1a et gr1b, sauf spécification différente pour des zones géographiques particulières.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

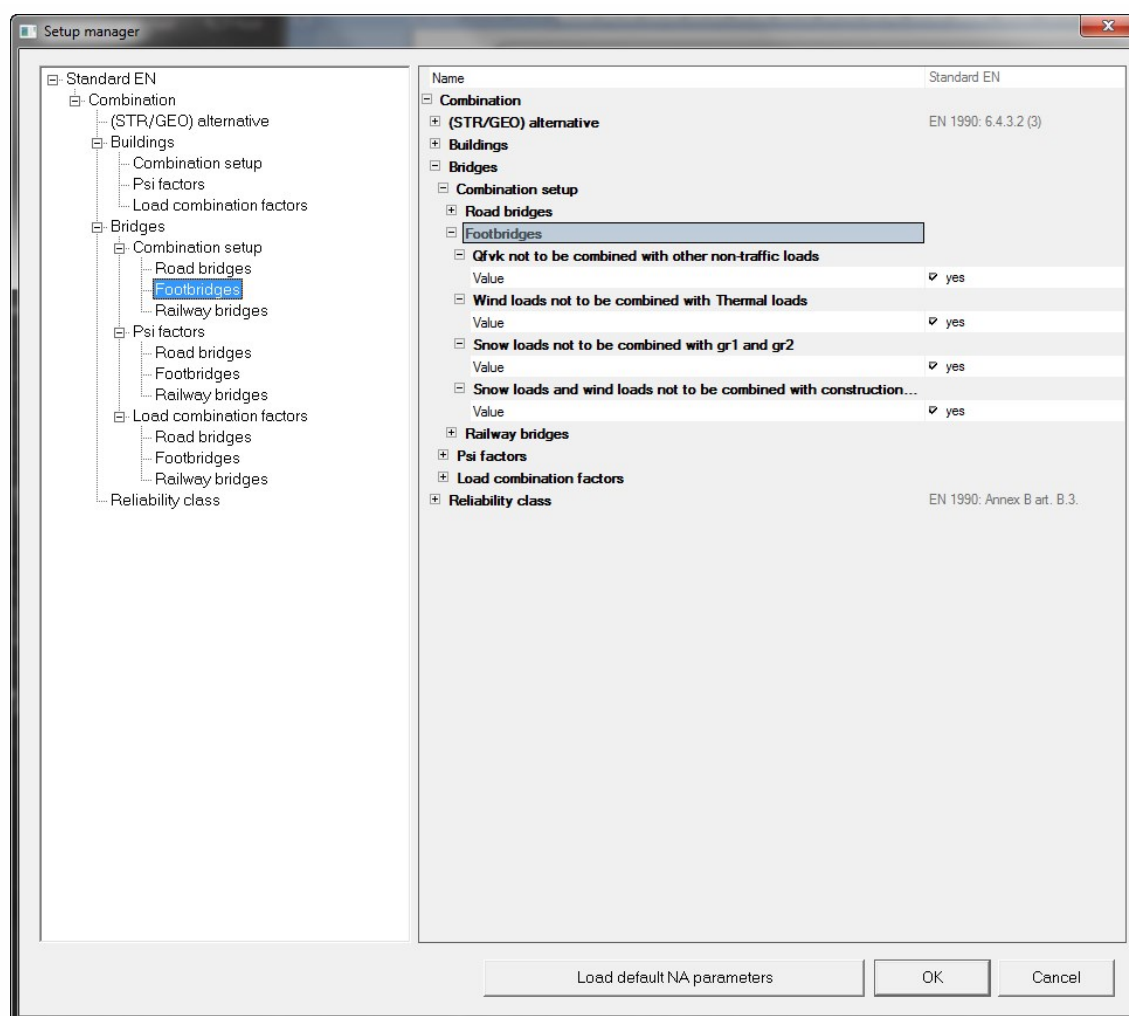
Ne pas combiner les charges de vent avec les charges thermiques

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.2 (6)
- Description : Il n'est pas nécessaire de prendre en compte simultanément les actions du vent et les actions thermiques sauf spécifications différentes en raison de conditions climatiques locales.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Ne pas combiner les charges de neige et de vent avec l'activité de construction

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.1 (10)
- Description : Il n'est pas nécessaire de considérer les charges de neige et les actions du vent en même temps que les charges liées à l'activité de construction Q_{ca} (c'est-à-dire les charges dues au personnel d'exécution).
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts routiers.

Règles de combinaison pour les passerelles :



Les règles suivantes de configuration des combinaisons pour les passerelles sont fournies :

Ne pas combiner Qfvk avec d'autres charges non dues au trafic

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.3 (1)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner la charge concentrée (Qfvk) avec d'autres actions variables qui ne soient pas dues au trafic.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les passerelles.

Ne pas combiner les charges de vent avec les charges thermiques

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.3 (2)
- Description : Il n'est pas nécessaire de prendre en compte simultanément les actions du vent et les actions thermiques sauf spécification différente en fonction des conditions climatiques locales.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les passerelles.

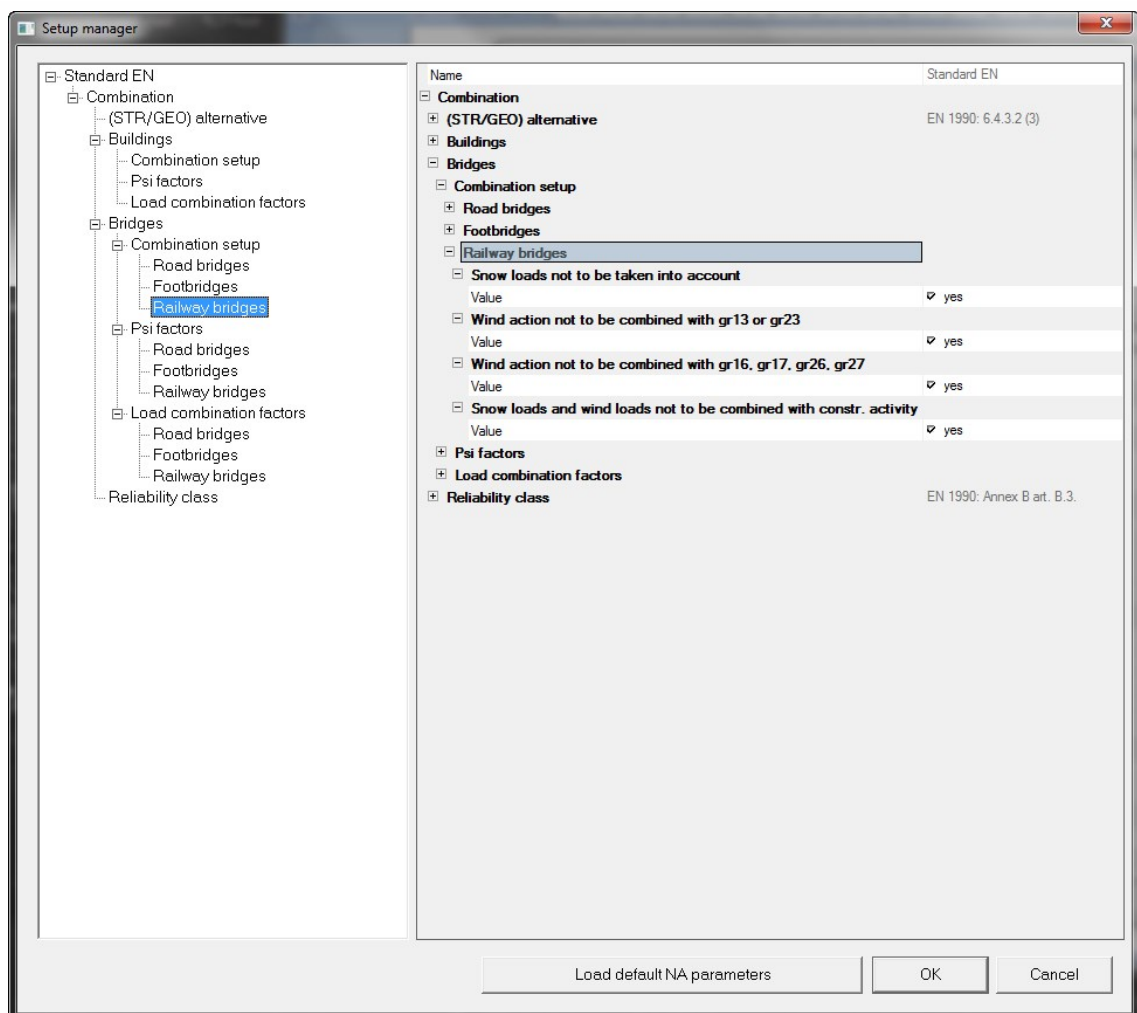
Ne pas combiner les charges de neige avec gr1 et gr2

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.3 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de prendre en compte simultanément les charges de neige et les groupes de charges gr1 et gr2 pour les passerelles sauf spécification différente pour des zones géographiques particulières et pour certains types de passerelles.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les passerelles.

Ne pas combiner les charges de neige et de vent avec l'activité de construction

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.1 (10)
- Description : Il n'est pas nécessaire de considérer les charges de neige et les actions du vent en même temps que les charges liées à l'activité de construction Q_{ca} (c'est-à-dire les charges dues au personnel d'exécution).
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les passerelles.

Règles de combinaison pour les ponts ferroviaires :



Les règles suivantes de configuration des combinaisons pour les ponts ferroviaires sont fournies :

Ne pas prendre en compte les charges de neige

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.4 (1)
- Description : Il n'est pas nécessaire de prendre en compte les charges de neige dans les combinaisons pour les situations de projet durables ni dans les combinaisons pour les situations de projet transitoires après la réalisation de l'ouvrage, sauf spécification différente pour des zones géographiques particulières ou pour certains types de ponts ferroviaires.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts ferroviaires.

Ne pas combiner l'action de vent avec gr13 ou gr23

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.4 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner l'action du vent avec les groupes de charges gr13 ou gr23.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts ferroviaires.

Ne pas combiner l'action de vent avec gr16, gr17, gr26 et gr27

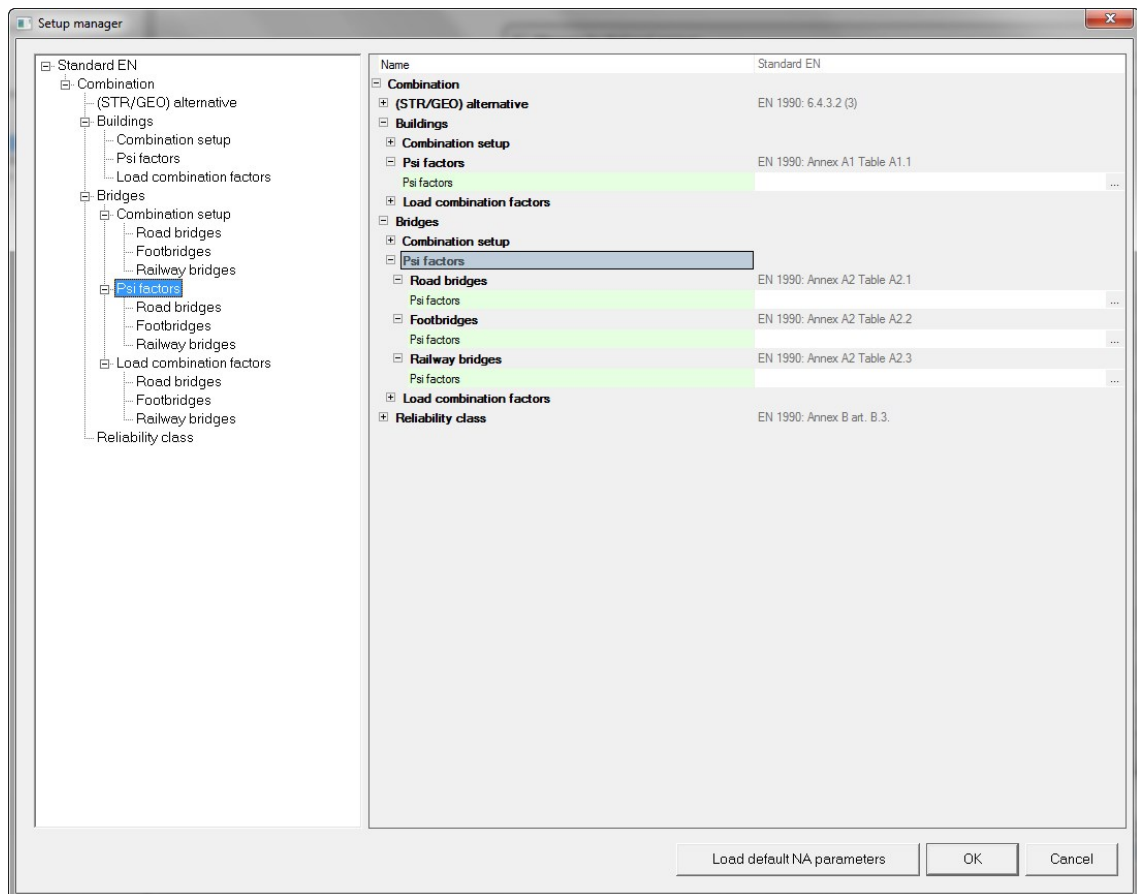
- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.4 (3)
- Description : Il n'est pas nécessaire de combiner l'action du vent avec les groupes de charges gr16, gr17, gr26, gr27.
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts ferroviaires.

Ne pas combiner les charges de neige et de vent avec l'activité de construction

- Référence : EN 1990 : Annexe A2 A2.2.1 (10)
- Description : Il n'est pas nécessaire de considérer les charges de neige et les actions du vent en même temps que les charges liées à l'activité de construction Q_{ca} (c'est-à-dire les charges dues au personnel d'exécution).
- Application : Règle de génération utilisée dans les combinaisons pour les ponts ferroviaires.

Coefficients Ψ

Les groupes de coefficients Ψ (Ψ) pour les ponts et les bâtiments sont implémentés ici.



Les coefficients Psi sont des valeurs de norme recommandées. L'utilisateur peut les modifier en cliquant sur le bouton de modification correspondant. Ce bouton affiche une nouvelle boîte de dialogue dans laquelle l'utilisateur peut ajuster ces valeurs. Le nom de cette boîte de dialogue correspond au type utilisé (par exemple, Coefficients Psi pour les bâtiments).

Les coefficients Ψ_0 , Ψ_1 et Ψ_2 pour les bâtiments sont fournis dans le tableau A1.1 de la norme EN 1990 A1.

	Load	Psi0	Psi1	Psi2
1	CategoryA	0,7	0,5	0,3
2	CategoryB	0,7	0,5	0,3
3	CategoryC	0,7	0,7	0,6
4	CategoryD	0,7	0,7	0,6
5	CategoryE	1	0,9	0,8
6	CategoryF	0,7	0,7	0,6
7	CategoryG	0,7	0,5	0,3
8	CategoryH	0	0	0
9	Snow	0,5	0,2	0
10	Wind	0,6	0,2	0
11	Temperature	0,6	0,5	0

Load default NA parameters OK Cancel



Le tableau ci-dessus ne concerne que les groupes de charges EN standard. Les autres groupes de charges AN supplémentaires s'affichent correctement dans les annexes nationales appropriées.

Les coefficients Ψ_0 , Ψ_1 et Ψ_2 pour les ponts routiers sont fournis dans le tableau A2.1 de la norme EN 1990 A2.

	Load	Psi0	Psi1	Psi2
1	Traffic - gr1a - TS	0,75	0,75	0
2	Traffic - gr1a - UDL	0,4	0,4	0
3	Traffic - gr1a - Pedestr. + cycle ...	0,4	0,4	0
4	Traffic - gr1b - Single axle	0	0,75	0
5	Traffic - gr2 - Horizontal forces	0	0	0
6	Traffic - gr3 - Pedestrian loads	0	0,4	0
7	Traffic - gr4 - Crowd loading	0	0	0
8	Traffic - gr5 - Special vehicles	0	0	0
9	Wind forces - FWk - Persistent	0,6	0,2	0
10	Wind forces - FWk - Execution	0,8	0	0
11	Wind forces - F*W - Design	1	0	0
12	Thermal actions - Tk	0,6	0,6	0,5
13	Snow loads - QSn,k - Execution	0,8	0	0
14	Construction loads - Qc	1	0	1

Load default NA parameters OK Cancel

Les coefficients Ψ_0 , Ψ_1 et Ψ_2 pour les passerelles sont fournis dans le tableau A2.2 de la norme EN 1990 A2.

Psi factors - footbridges

	Load	Psi0	Psi1	Psi2
1	Traffic - gr1	0,4	0,4	0
2	Traffic - Qfvk	0	0	0
3	Traffic - gr2	0	0	0
4	Wind forces - FWk	0,3	0,2	0
5	Thermal actions - Tk	0,6	0,6	0,5
6	Snow loads - QSn,k - Execution	0,8	0	0
7	Construction loads - Qc	1	0	1

Load default NA parameters

Les coefficients Ψ_0 , Ψ_1 et Ψ_2 pour les ponts ferroviaires sont fournis dans le tableau A2.3 de la norme EN 1990 A2.

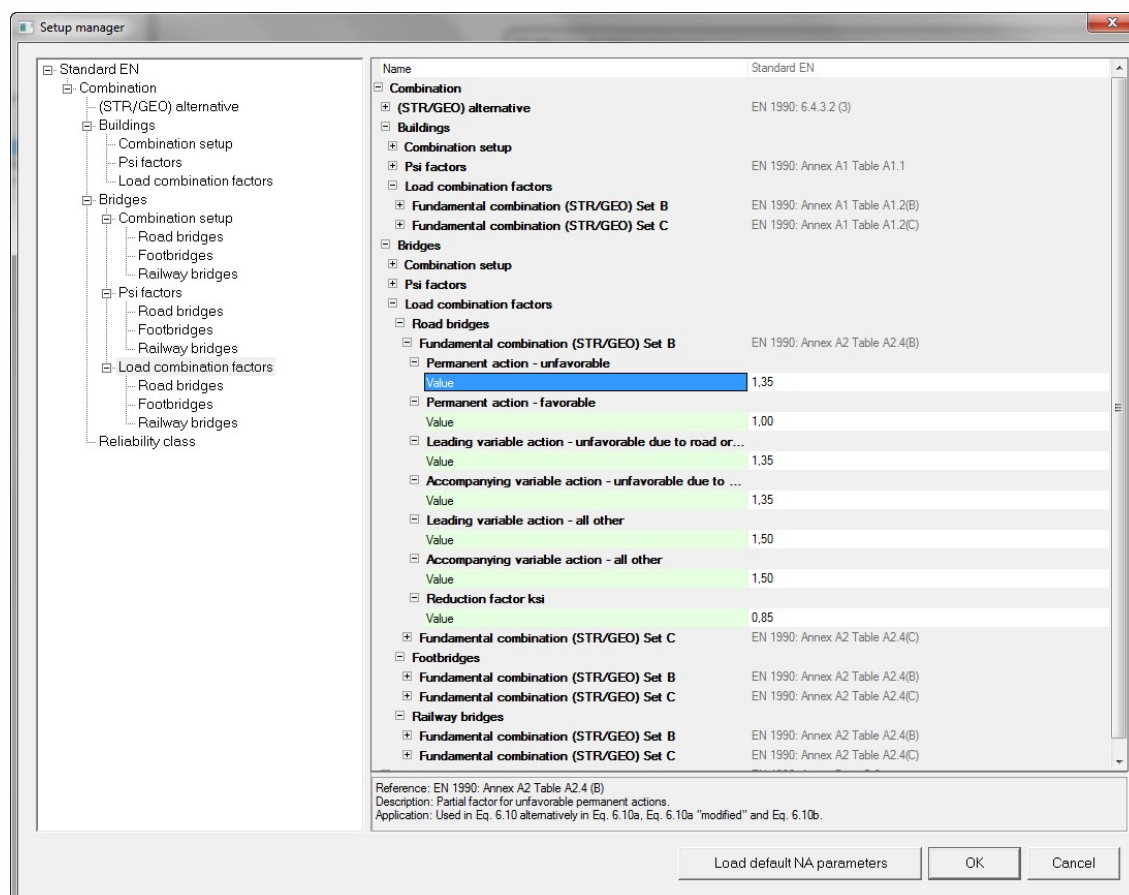
Psi factors - railway bridges

	Load	Psi0	Psi1	Psi2
1	Traffic - gr11 (LM71 + SW/0)	0,8	0,8	0
2	Traffic - gr12 (LM71 + SW/0)	0,8	0,8	0
3	Traffic - gr13 (Braking/traction)	0,8	0,8	0
4	Traffic - gr14 (Centrifugal/nosing)	0,8	0,8	0
5	Traffic - gr15 (Unloaded train)	0,8	0,8	0
6	Traffic - gr16 (SW/2)	0,8	0,8	0
7	Traffic - gr17 (SW/2)	0,8	0,8	0
8	Traffic - gr21 (LM71 + SW/0)	0,8	0,7	0
9	Traffic - gr22 (LM71 + SW/0)	0,8	0,7	0
10	Traffic - gr23 (Braking/traction)	0,8	0,7	0
11	Traffic - gr24 (Centrifugal/nosing)	0,8	0,7	0
12	Traffic - gr26 (SW/2)	0,8	0,7	0
13	Traffic - gr27 (SW2)	0,8	0,7	0
14	Traffic - gr31 (LM71 + SW/0)	0,8	0,6	0
15	Aerodynamic effects	0,8	0,5	0
16	General maintenance loading...	0,8	0,5	0
17	Wind forces - FWk - Characteri...	0,75	0,5	0
18	Wind forces - F**W - Design	1	0	0
19	Thermal actions - Tk	0,6	0,6	0,5
20	Snow loads - QSn,k - Execution	0,8	0	0
21	Construction loads - Qc	1	0	1

Load default NA parameters

Coefficients de combinaison de charges

Les groupes de coefficients de combinaison de charges (γ) pour les ponts et les bâtiments sont implémentés ici.



Les valeurs γ des coefficients de combinaison de charges sont modifiables directement dans la configuration.

Comme vous pouvez le voir dans la capture d'écran ci-dessus, il suffit de cliquer sur un élément pour obtenir des informations plus détaillées dans la zone de description située en bas de la boîte de dialogue. Dans cette zone, trois informations sont mentionnées :

- Référence : elle indique la référence à la norme EN.
- Description : elle fournit une explication sur la valeur.
- Application : elle indique l'emplacement où la valeur est utilisée.

Coefficients de combinaison de charges pour les bâtiments, issus des tableaux A1.2 (B et C) de la norme EN 1990 A1

▣	Load combination factors for buildings	
▣	Fundamental combination (STR/GEO) Set B	EN 1990: Annex A1...
▣	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,35
▣	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
▣	Leading variable action	
	Value [-]	1,50
▣	Accompanying variable action	
	Value [-]	1,50
▣	Reduction factor ψ	
	Value [-]	0,85
▣	Fundamental combination (STR/GEO) Set C	EN 1990: Annex A1...
▣	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,00
▣	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
▣	Leading variable action	
	Value [-]	1,30
▣	Accompanying variable action	
	Value [-]	1,30

Coefficients de combinaison de charges pour les ponts routiers, issus des tableaux A2.4 (B et C) de la norme EN 1990 A2

☐	Load combination factors for road bridges	
☐	Fundamental combination (STR/GEO) Set B	EN 1990: Annex A2...
☐	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,35
☐	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
☐	Leading variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,35
☐	Accompanying variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,35
☐	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,50
☐	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,50
☐	Reduction factor ψ	
	Value [-]	0,85
☐	Fundamental combination (STR/GEO) Set C	EN 1990: Annex A2....
☐	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,00
☐	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
☐	Leading variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,15
☐	Accompanying variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,15
☐	Leading variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
☐	Accompanying variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
☐	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,30
☐	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,30

Coefficients de combinaison de charges pour les passerelles, issus des tableaux A2.4 (B et C) de la norme EN 1990 A2

☐	Load combination factors for footbridges	
☐	Fundamental combination (STR/GEO) Set B	EN 1990: Annex A2...
☐	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,35
☐	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
☐	Leading variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,35
☐	Accompanying variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,35
☐	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,50
☐	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,50
☐	Reduction factor k_{si}	
	Value [-]	0,85
☐	Fundamental combination (STR/GEO) Set C	EN 1990: Annex A2...
☐	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,00
☐	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
☐	Leading variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,15
☐	Accompanying variable action - unfavorable due to road or pedestrian	
	Value [-]	1,15
☐	Leading variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
☐	Accompanying variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
☐	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,30
☐	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,30

Coefficients de combinaison de charges pour les ponts ferroviaires, issus des tableaux A2.4 (B et C) de la norme EN 1990 A2

▣	Load combination factors for railway bridges	
▣	Fundamental combination (STR/GEO) Set B	EN 1990: Annex A2...
▣	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,35
▣	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
▣	Leading variable action - unfavorable due to railway	
	Value [-]	1,45
▣	Accompanying variable action - unfavorable due to railway	
	Value [-]	1,45
▣	Leading variable action - unfavorable due to railway gr 16-17	
	Value [-]	1,20
▣	Accompanying variable action - unfavorable due to railway gr 16-17	
	Value [-]	1,20
▣	Leading variable action - unfavorable due to railway gr 26-27	
	Value [-]	1,20
▣	Accompanying variable action - unfavorable due to railway gr 26-27	
	Value [-]	1,20
▣	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,50
▣	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,50
▣	Reduction factor ksi	
	Value [-]	0,85
▣	Fundamental combination (STR/GEO) Set C	EN 1990: Annex A2....
▣	Permanent action - unfavorable	
	Value [-]	1,00
▣	Permanent action - favorable	
	Value [-]	1,00
▣	Leading variable action - unfavorable due to railway	
	Value [-]	1,25
▣	Accompanying variable action - unfavorable due to railway	
	Value [-]	1,25
▣	Leading variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
▣	Accompanying variable action - variable part of ...	
	Value [-]	1,30
▣	Leading variable action - all other	
	Value [-]	1,30
▣	Accompanying variable action - all other	
	Value [-]	1,30

Autres fonctionnalités

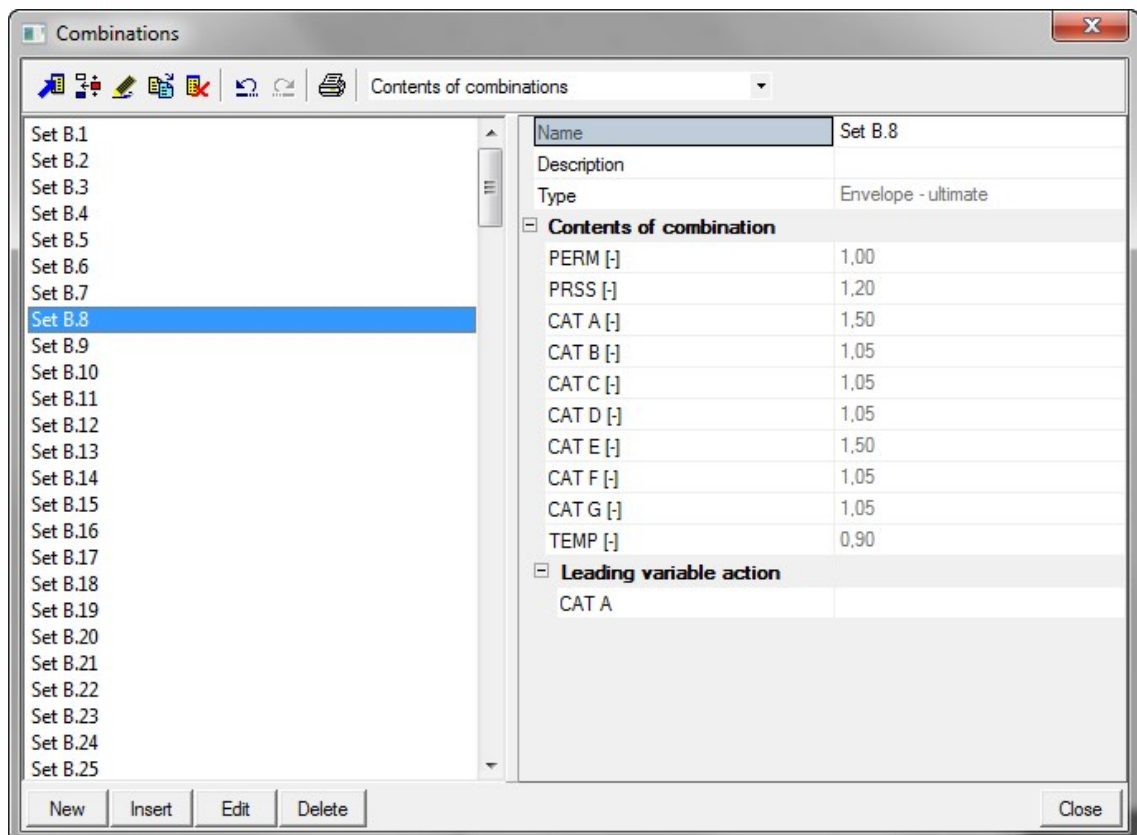
Action variable principale

Il existe un sous-groupe qui indique le cas de charges variables principal pour chaque enveloppe de combinaisons générée. Cette information s'affiche dans la boîte de dialogue Combinaisons, lorsque le filtre Contenu de combinaison est actif.

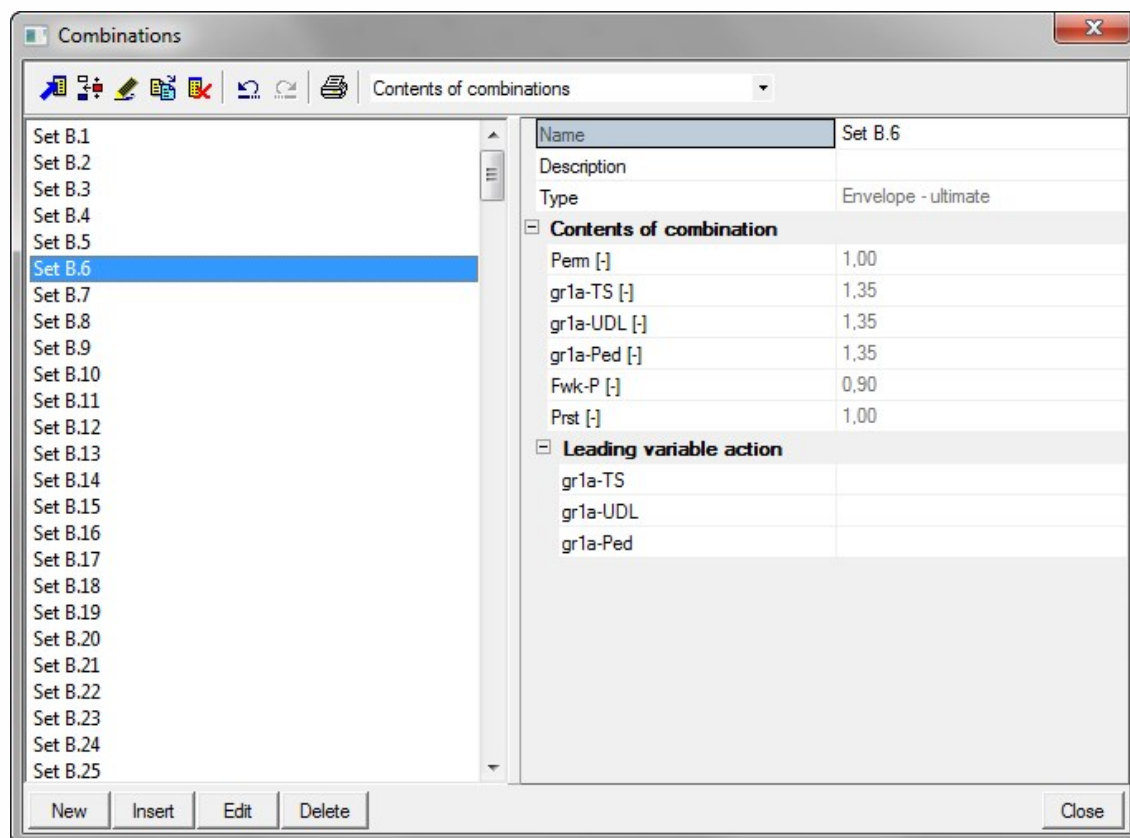
Cette modification ne se remarque dans Contenu de combinaison que pour les combinaisons EN qui définissent une action variable principale. Les combinaisons concernées sont celles marquées en rouge ci-dessous.

Envelope - ultimate
Envelope - serviceability
Linear - ultimate
Linear - serviceability
EN-ULS (STR/GEO) Set B
EN-ULS (STR/GEO) Set C
EN-Accidental 1
EN-Accidental 2
EN-Seismic
EN-SLS Characteristic
EN-SLS Frequent
EN-SLS Quasi-permanent

Le sous-groupe Action variable principale ne s'affiche avec le cas de charges variables principal approprié, que pour les enveloppes de combinaisons générées qui contiennent effectivement une action variable principale. Le cas de charges s'affiche sans coefficient dans ce sous-groupe. Si l'enveloppe de combinaisons générée ne contient aucune action variable principale, aucun sous-groupe ne s'affiche.



Dans le cas des ponts routiers, lorsque tous les sous-groupes du groupe de charges gr1a sont définis, il peut y avoir plusieurs actions variables principales.



Alternative (STR/GEO)

La norme EN 1990 offre trois possibilités pour définir des combinaisons d'actions pour des situations de projet durables ou transitoires :

Équation 6.10 :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Équation 6.10a et 6.10b :

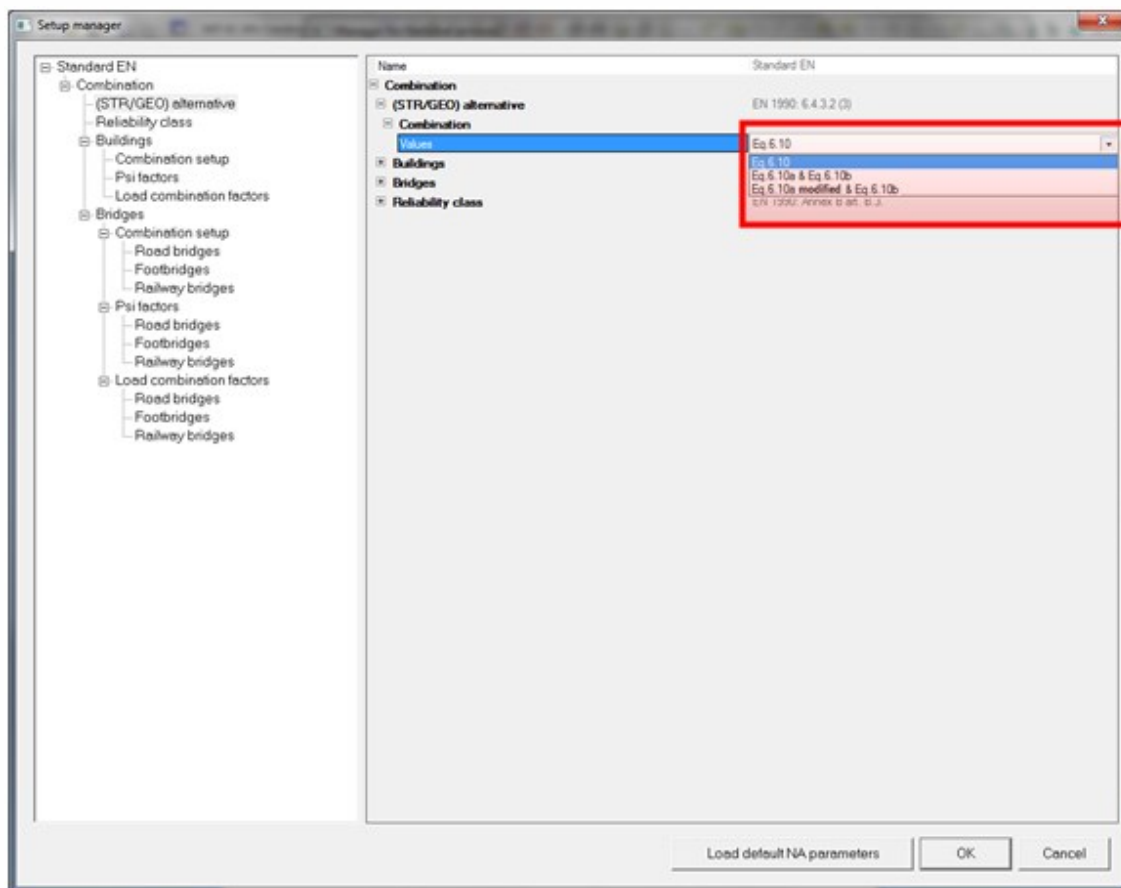
$$\begin{cases} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{cases}$$

Équation 6.10a « modifiée » et 6.10b :

La remarque 1 du tableau A1.2(B) indique que le choix entre l'équation 6.10 ou 6.10a et 6.10b est mentionné dans l'annexe nationale. Dans le cas de 6.10a et 6.10b, l'Annexe nationale peut en outre modifier 6.10a pour n'y inclure que les actions permanentes. Si elle est appliquée, la formule peut se présenter comme suit :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj, \text{sup}} G_{kj, \text{sup}} + \sum_{i > 1} \gamma_{Gj, \text{inf}} G_{kj, \text{inf}}$$

L'utilisateur peut alors sélectionner l'équation 6.10a « modifiée » et 6.10b dans la même liste, à côté des équations 6.10 déjà implémentées et de l'équation 6.10a et 6.10b dans la boîte de dialogue Gestionnaire de configuration (voir la capture d'écran ci-dessous).



Si cette équation est choisie, l'enveloppe de combinaisons générée à partir d'une combinaison de norme 6.10a « modifiée » ne contient que des cas de charges permanentes favorables et défavorables. Aucun cas de charges variables, accidentelles, sismiques ou de précontrainte n'est pris en compte avec cette partie « modifiée » de l'équation 6.10a. L'enveloppe de combinaisons générée par l'équation 6.10b est identique à celle de l'option précédente dans la liste.

Phases de construction

Les combinaisons de norme générées automatiquement à partir des phases de construction sont créées en fonction de la dernière combinaison développée pour les ponts. De plus, les enveloppes de combinaisons doivent respecter les règles et les paramètres appropriés.

La configuration du paramètre Structure et du filtre pour les cas de charges variables dans l'environnement des phases de construction doit suffire.

Notez que, dans la boîte de dialogue Configuration des phases de construction, l'utilisateur peut configurer le paramètre Structure pour toutes les phases de construction. Si Bâtiment reste la valeur par défaut, les trois options de pont sont disponibles.

Construction stages setup

Name

Type: Time dependent analysis

Structure: Building

Load factors (Code independent combinations only)

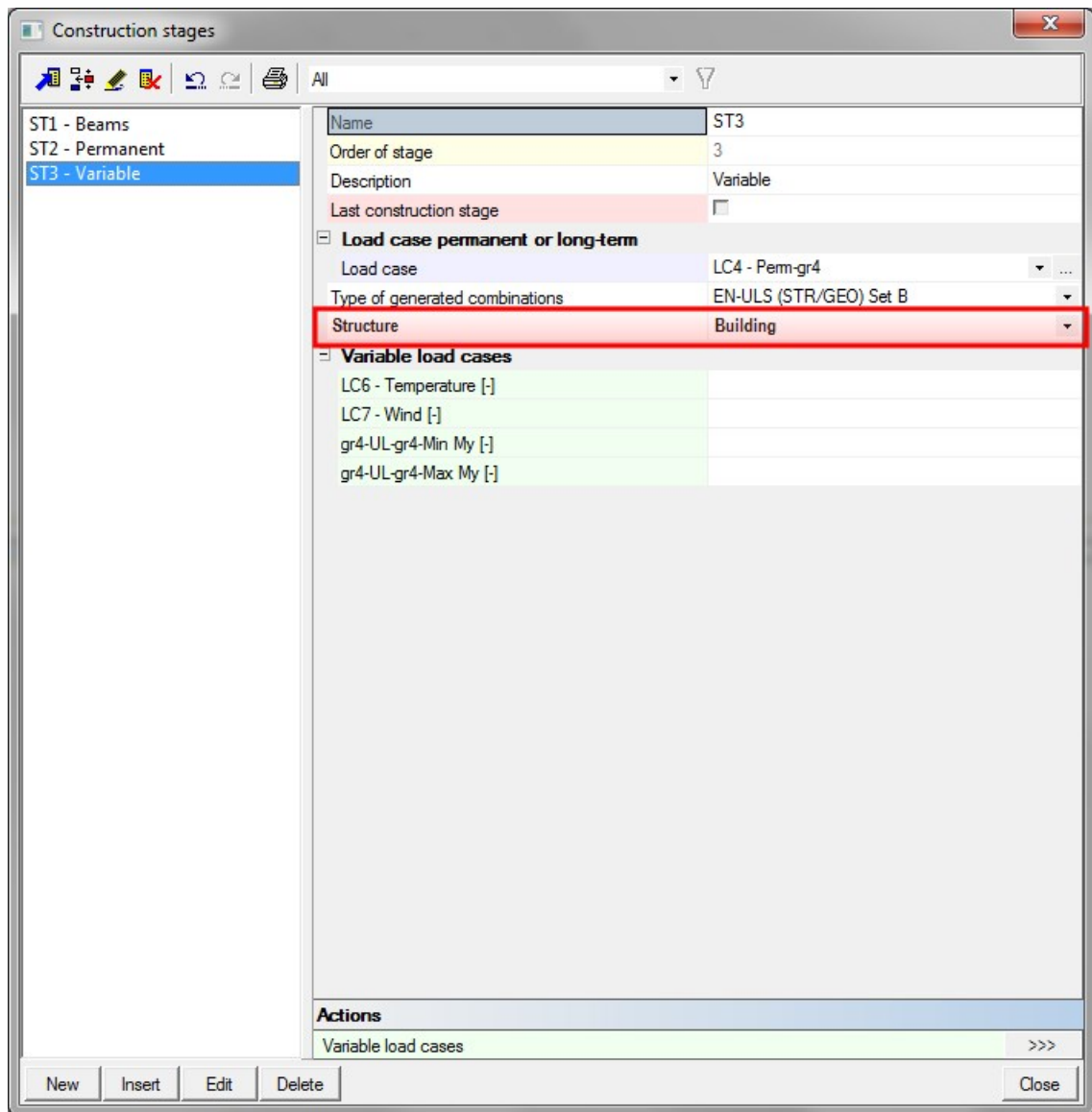
TDA

Results

Name of gener. ultimate combination (max)	F{O}-MAX
Name of gener. ultimate combination (min)	F{O}-MIN
Name of gener. creep load case	F{O}-Creep
Name of gener. serviceability combination	F{O}-SLS
Name of gener. code combination	F{O}-{CODE}

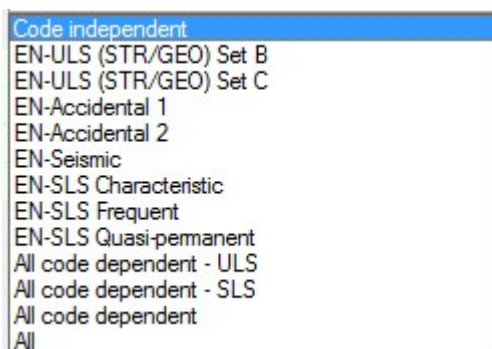
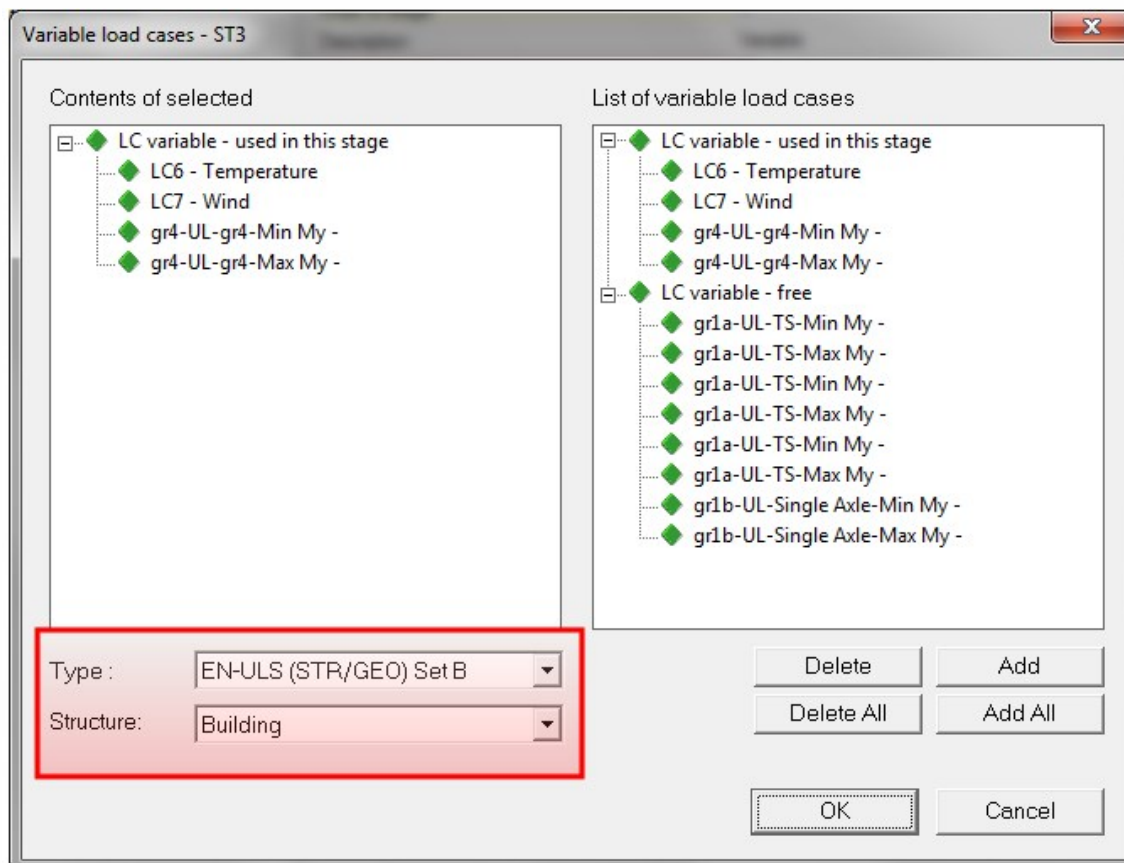
OK Cancel

Lorsque l'utilisateur crée des phases de construction, le paramètre Structure s'affiche également sous le paramètre Type. Il n'est pas modifiable. Par ailleurs, le paramètre Type de combinaisons générées est désactivé si un groupe de charges du projet utilise un paramètre Structure différent de Bâtiment.



Deux zones de liste sont disponibles dans la boîte de dialogue ci-dessous. Celle appelée Structure provient de la configuration et est désactivée. Celle appelée Type est activée. La zone de liste Structure n'apparaît pas si l'option choisie dans Type est Indépendant de la norme.

Dans la partie droite de la fenêtre, la liste des cas de charges variables est filtrée en fonction du paramètre Structure défini dans la configuration.



Si l'utilisateur sélectionne l'option « Tous », toutes les combinaisons de norme générées adoptent le paramètre Structure défini dans la configuration. Les combinaisons indépendantes de la norme générées n'adoptent pas le paramètre Structure.

Exemple

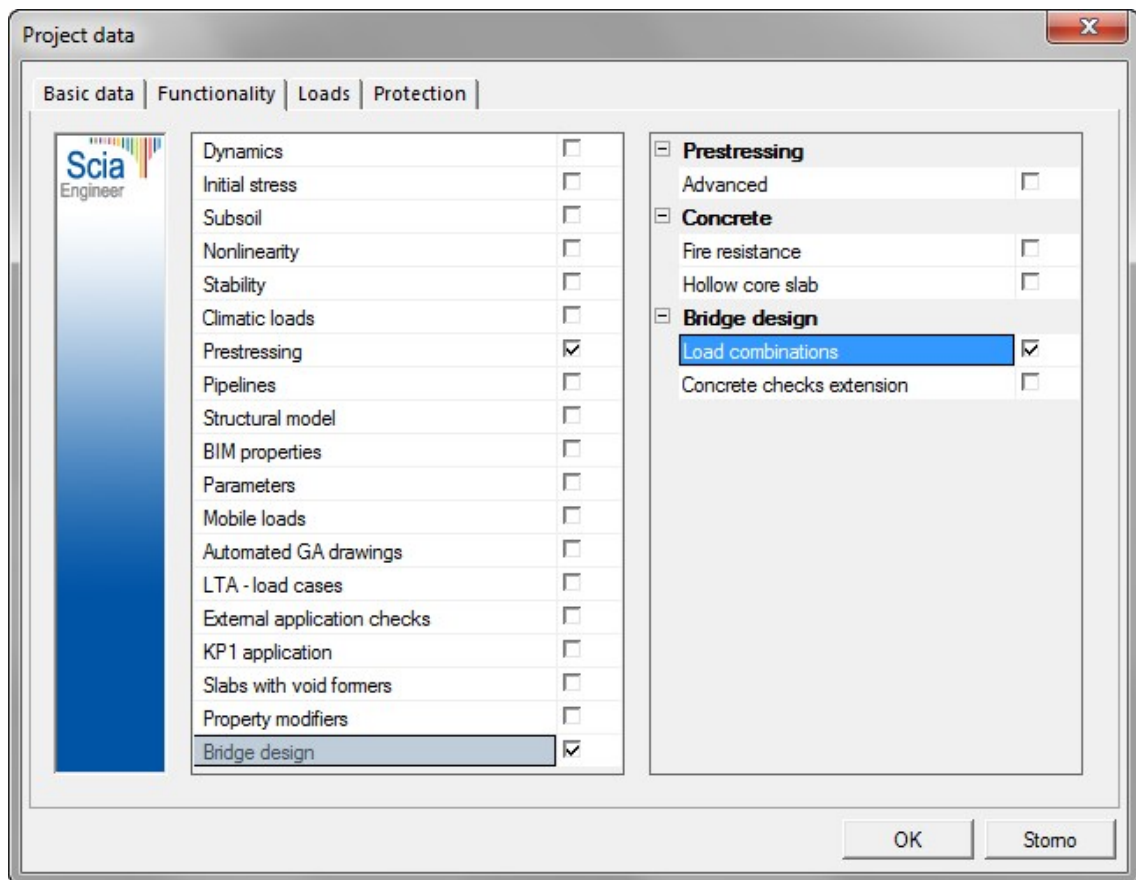
Cet exemple simple illustre comment définir et ajuster une combinaison pour une passerelle. La fonctionnalité est expliquée sur une structure à une poutre, sur laquelle, dans chaque cas de charges, une seule charge ponctuelle est définie. Cet exemple montre non seulement comment définir les groupes de charges et les combinaisons, mais également comment gérer les règles dans la boîte de dialogue Configuration AN.

Cet exemple reprend les mêmes étapes que dans les chapitres précédents.

Pour suivre cet exemple, ouvrez le projet Footbridge example_initial.esa qui contient une structure à une poutre prédéfinie, ainsi que des appuis.

Étape 1 : Activer la protection

Tout d'abord, l'utilisateur doit activer la fonctionnalité de combinaisons pour les ponts. Cette opération s'effectue dans l'onglet Fonctionnalités de la boîte de dialogue Paramètres du projet, en cochant la case Conception de pont dans la partie gauche de la fenêtre, puis la case Combinaisons de charges dans la partie droite.

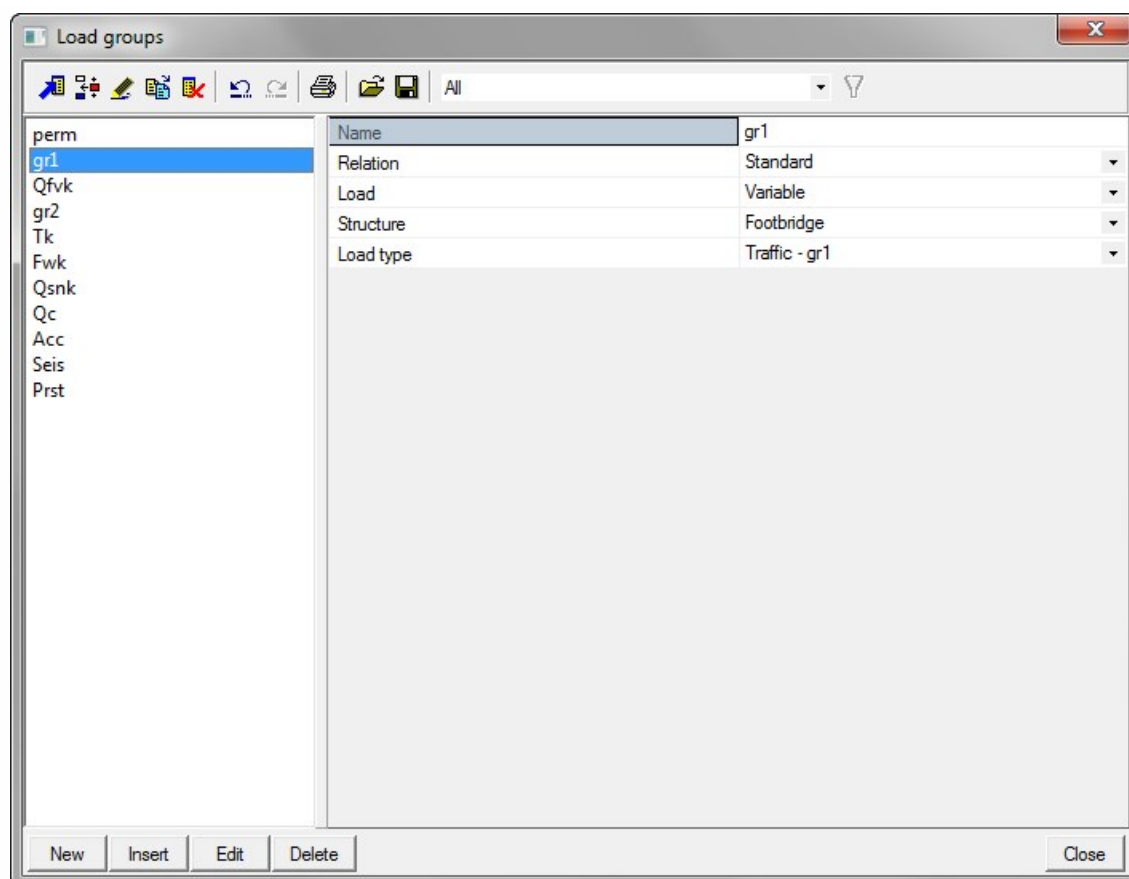


Veuillez noter que la fonctionnalité Précontrainte est activée, ce qui permet la saisie de cas de charges utilisés pour des charges de précontrainte.

La principale case pour la fonctionnalité de combinaisons pour les ponts est celle appelée Combinaisons de charges. Si seule la case Conception de pont est cochée dans la partie gauche de la fenêtre, il n'est pas possible de sélectionner l'un des types de pont dans le paramètre Structure.

Étape 2 : Créer des groupes de charges

Dans cette étape, les groupes sont créés pour une structure Passerelle. La boîte de dialogue Groupes de charges permet d'ajouter des groupes de charges. Les groupes suivants, correspondant à des charges permanentes, variables, accidentelles, sismiques et de précontrainte, sont définis :



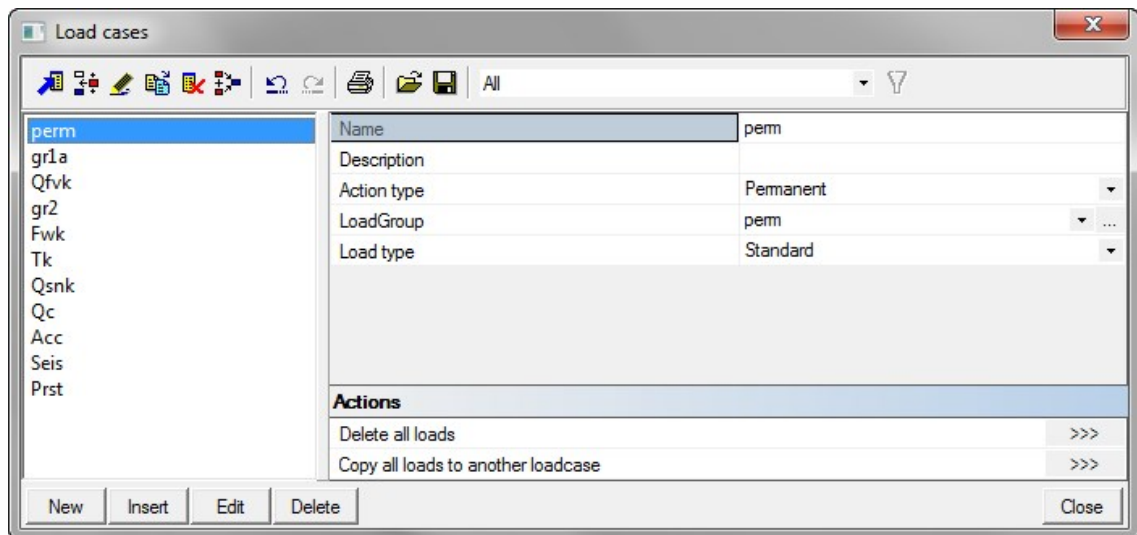
Nom	Charge	Structure	Type de charge
perm	Permanente	-	-
gr1	Variable	Passerelle	gr1
Qfvk	Variable	Passerelle	Qfvk
gr2	Variable	Passerelle	gr2
Tk	Variable	Passerelle	Tk
Fwk	Variable	Passerelle	Fwk
Qsnk	Variable	Passerelle	Qsnk
Qc	Variable	Passerelle	Qc
Acc	Accidentelle	-	-
Seis	Sismique	-	-
Prst	Permanente	-	-



Lorsqu'un cas de charges est affecté à une certaine combinaison, d'autres restrictions sont implémentées pour le groupe de charges dans la boîte de dialogue Groupes de charges. Le paramètre Structure est désactivé et n'est plus modifiable. En revanche, le paramètre Type de charge reste modifiable. Si le cas de charges n'est pas encore affecté, l'utilisateur peut modifier librement le groupe de charges.

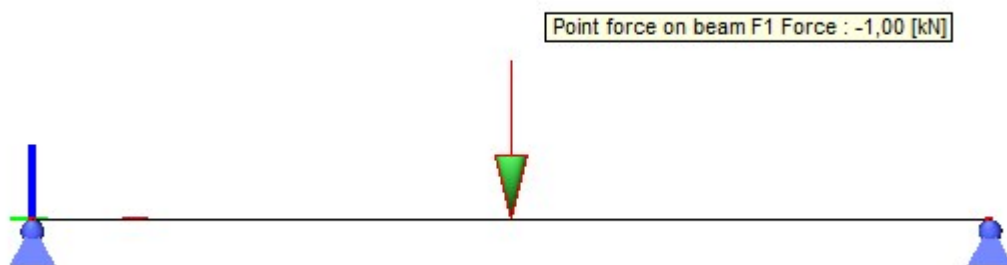
Étape 3 : Attribuer des cas de charges aux groupes de charges

Dans cette étape, des cas de charges sont créés pour chaque groupe de charges. Cette opération s'effectue de manière classique dans la boîte de dialogue Cas de charges.

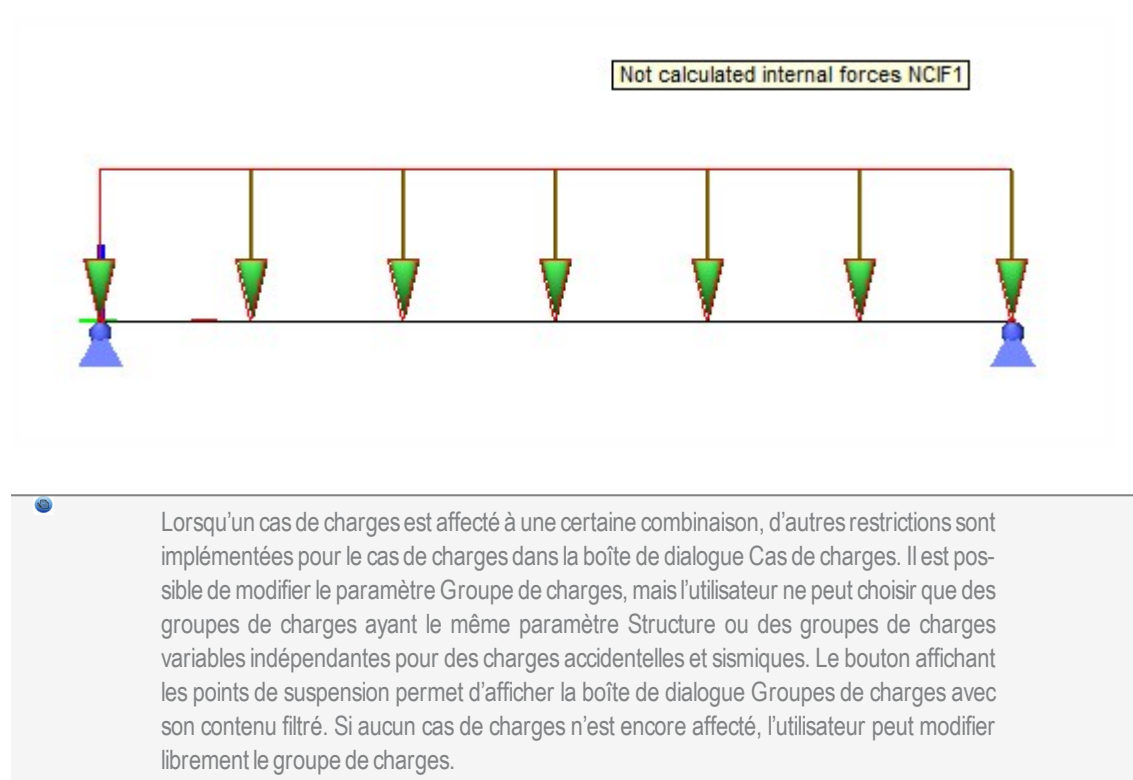


Nom	Type d'action	Groupe de charges	Type de charge
perm	Permanente	perm	Standard
gr1	Variable	gr1	Statique
Qfvk	Variable	Qfvk	Statique
gr2	Variable	gr2	Statique
Tk	Variable	Tk	Statique
Fwk	Variable	Fwk	Statique
Qsnk	Variable	Qsnk	Statique
Qc	Variable	Qc	Statique
Acc	Accidentelle	Acc	Statique
Seis	Sismique	Seis	Statique
Prst	Permanente	Prst	Précontrainte

Une fois tous les cas de charges configurés, la charge est définie. Dans cet exemple, comme nous l'avons déjà mentionné au tout début, nous n'allons définir qu'une charge ponctuelle de 1 kN au milieu de la poutre pour chaque cas de charge.

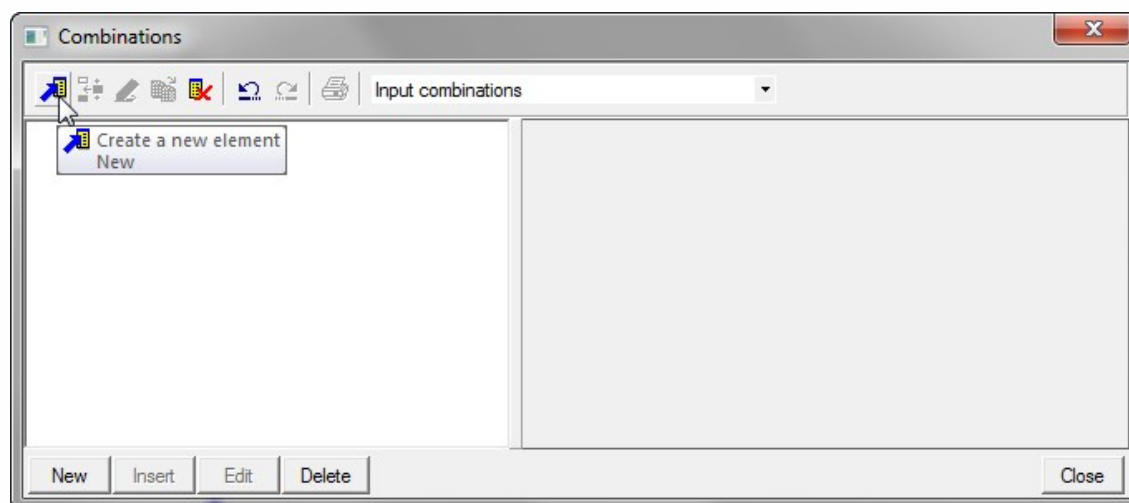


La seule différence concerne le cas de charges de précontrainte (Prst), où nous allons définir la charge linéique affichée ci-dessous, avec une intensité de -0,2 kN/m.



Étape 4 : Créer une combinaison de norme

Une fois tous les cas de charges définis, la combinaison peut être créée. Cette opération s'effectue dans la boîte de dialogue Combinaisons. L'utilisateur clique sur le bouton Nouveau :



La boîte de dialogue de modification s'ouvre. Par défaut, le champ Type affiche la valeur Automatique - ultime. Le paramètre Structure n'étant pas affiché, tous les cas de charges sont visibles dans la partie droite de la fenêtre.

Combination - CO1

Contents of combination

List of load cases

Name :

CO1

Coeff :

1

Correct

Type :

Envelope - ultimate

Description :

Nonlinear combination :

Delete

Add

Delete All

Add All

OK

Cancel

Load case

perm

gr1a

Qfvk

gr2

Fwk

Tk

Qsnk

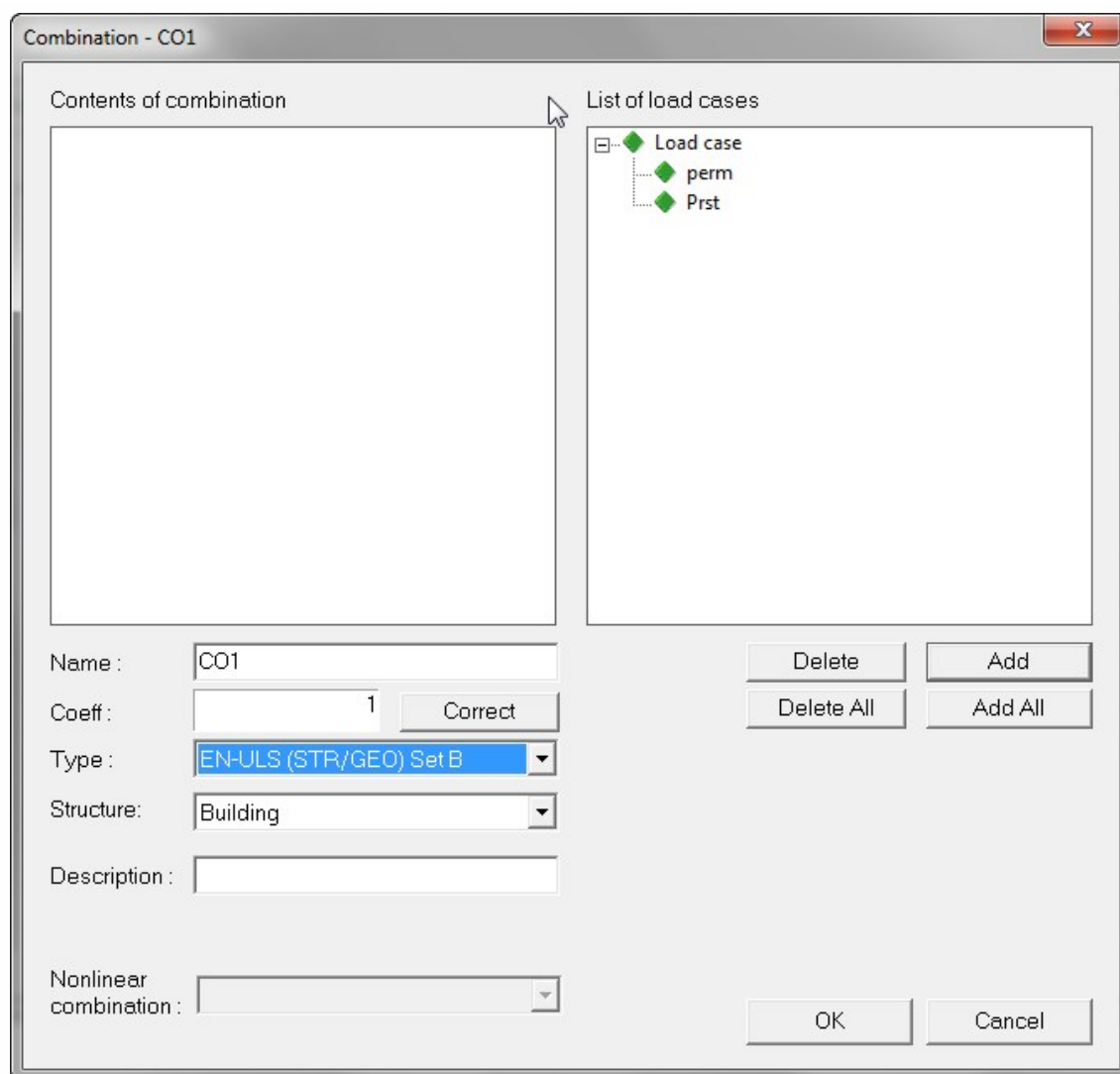
Qc

Acc

Seis

Prst

Dans le champ Type, sélectionnez la valeur EN-ELU (STR/GEO) Set B. Le paramètre Structure s'affiche et, par défaut, prend la valeur Bâtiment. De ce fait, seuls les cas de charges permanentes apparaissent dans la partie droite de la fenêtre.



Si l'utilisateur choisit Passerelle dans le champ Structure, pratiquement tous les cas de charges prédéfinis apparaissent dans la partie droite de la fenêtre. Seuls les cas de charges provenant des groupes de charges Accidentel et Sismique ne figurent pas dans la liste. Ceci s'explique par le fait que ces cas ne peuvent être pris en compte que dans des combinaisons de type Accidentel 1 et 2 ou Sismique.

Combination - CO1

Contents of combination

List of load cases

Load case

perm

gr1a

Qfvk

gr2

Fwk

Tk

Qsnk

Qc

Prst

Name : CO1

Coeff : 1

Correct

Type : EN-ULS (STR/GEO) Set B

Structure: Footbridge

Description :

Nonlinear combination :

Delete

Add

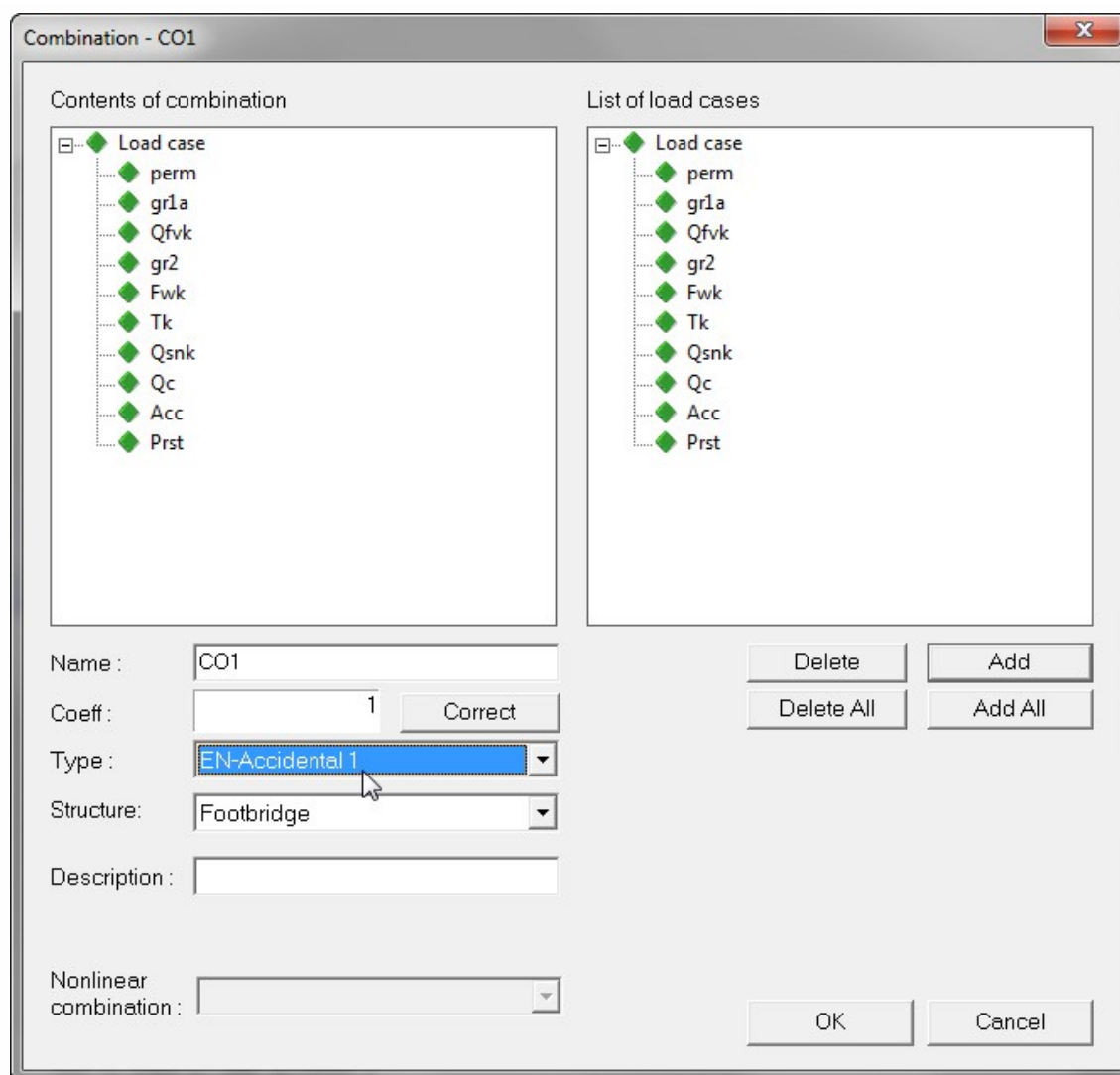
Delete All

Add All

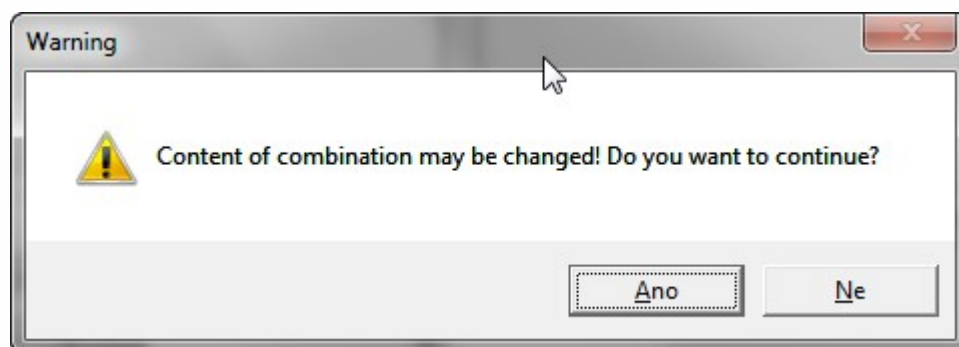
OK

Cancel

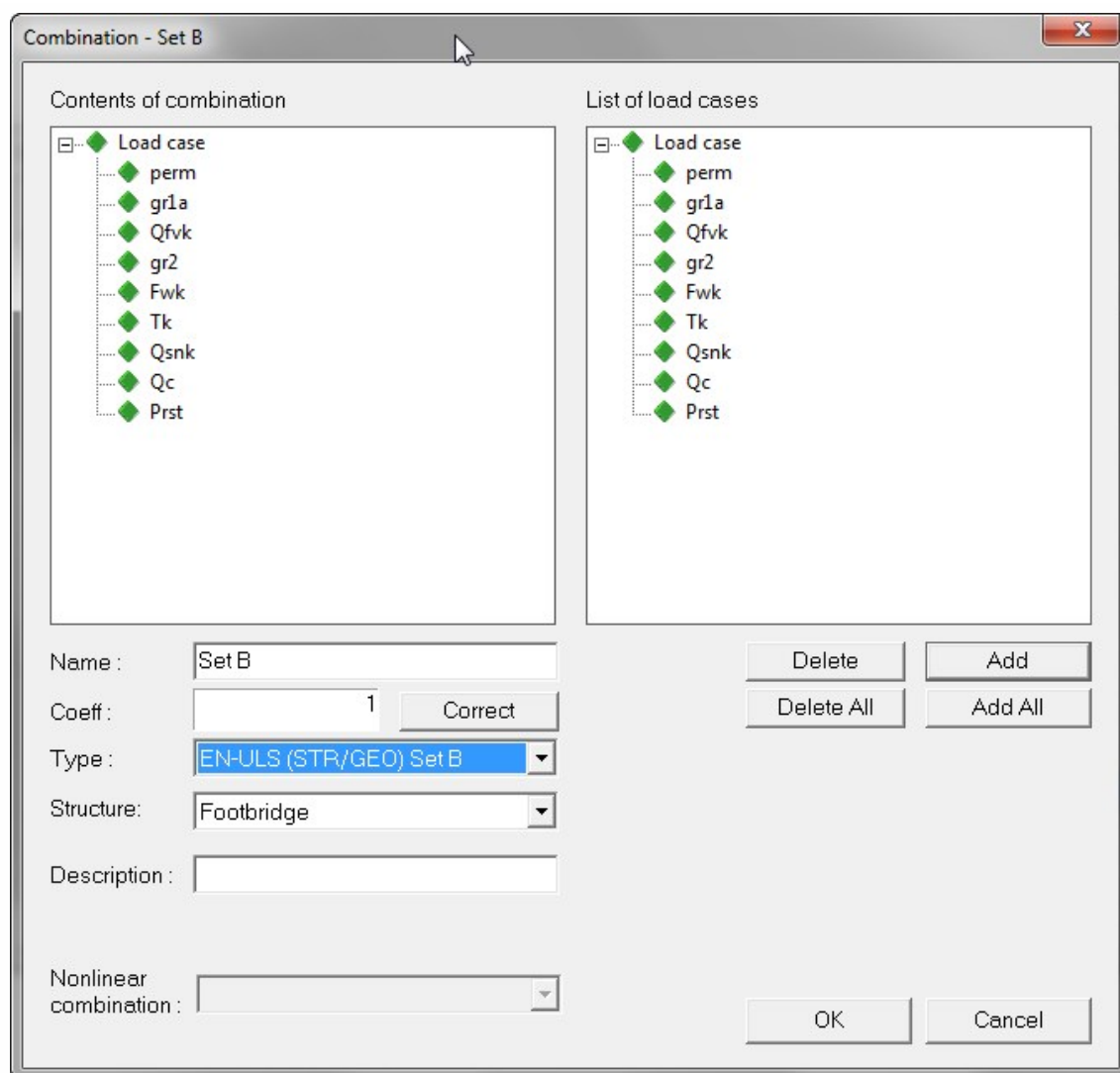
Sélectionnez EN-Accidentel 1 dans le champ Type. Vous constatez que le cas de charges Acc devient disponible dans la fenêtre. Ajoutez tous les cas de charges dans la combinaison.



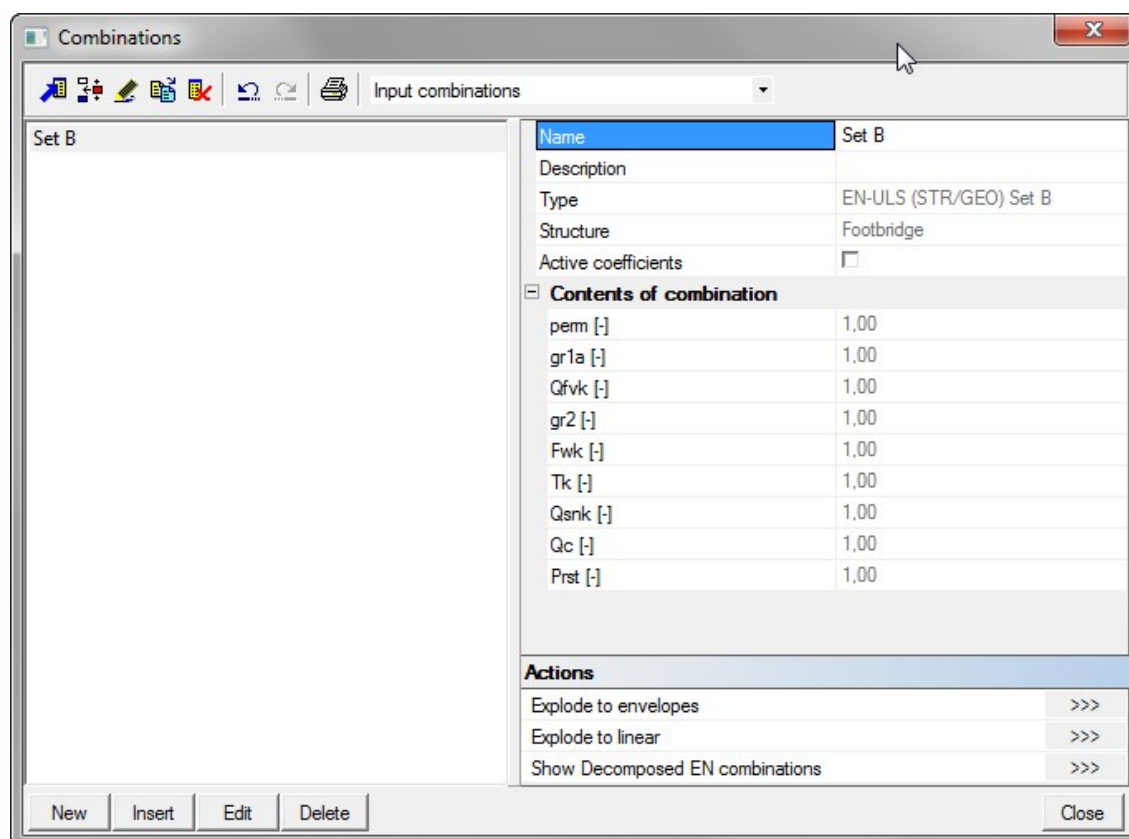
Sélectionnez à nouveau EN-ELU (STR/GEO) Set B dans le champ Type. Un message s'affiche, indiquant que le contenu risque d'être modifié. Ceci est dû au fait que les cas de charges accidentelles peuvent être inclus dans la combinaison, ce qui n'est pas correct. Validez le message d'avertissement.



Si nous examinons le contenu de la combinaison, nous constatons que le cas de charges Acc pour les charges accidentelles a disparu des parties gauche et droite de la fenêtre. Renommez la combinaison et cliquez sur OK.



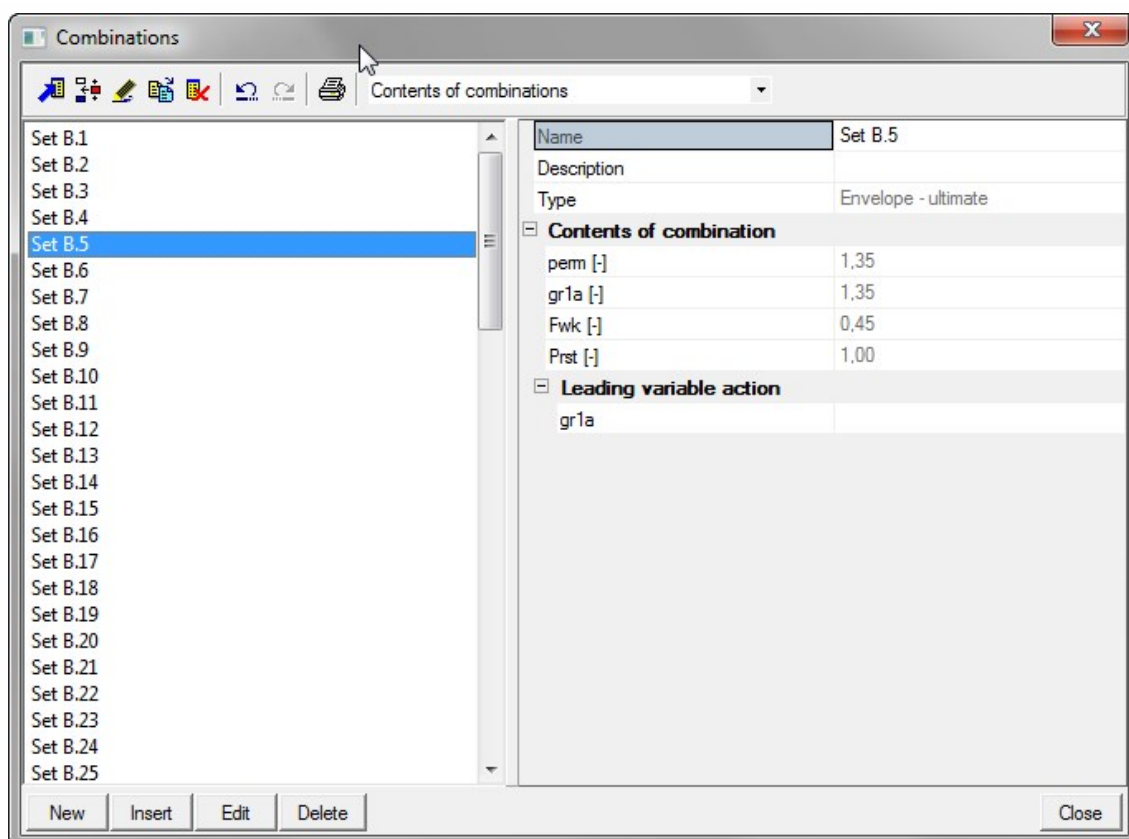
La combinaison Set B est créée dans la boîte de dialogue Combinaisons.



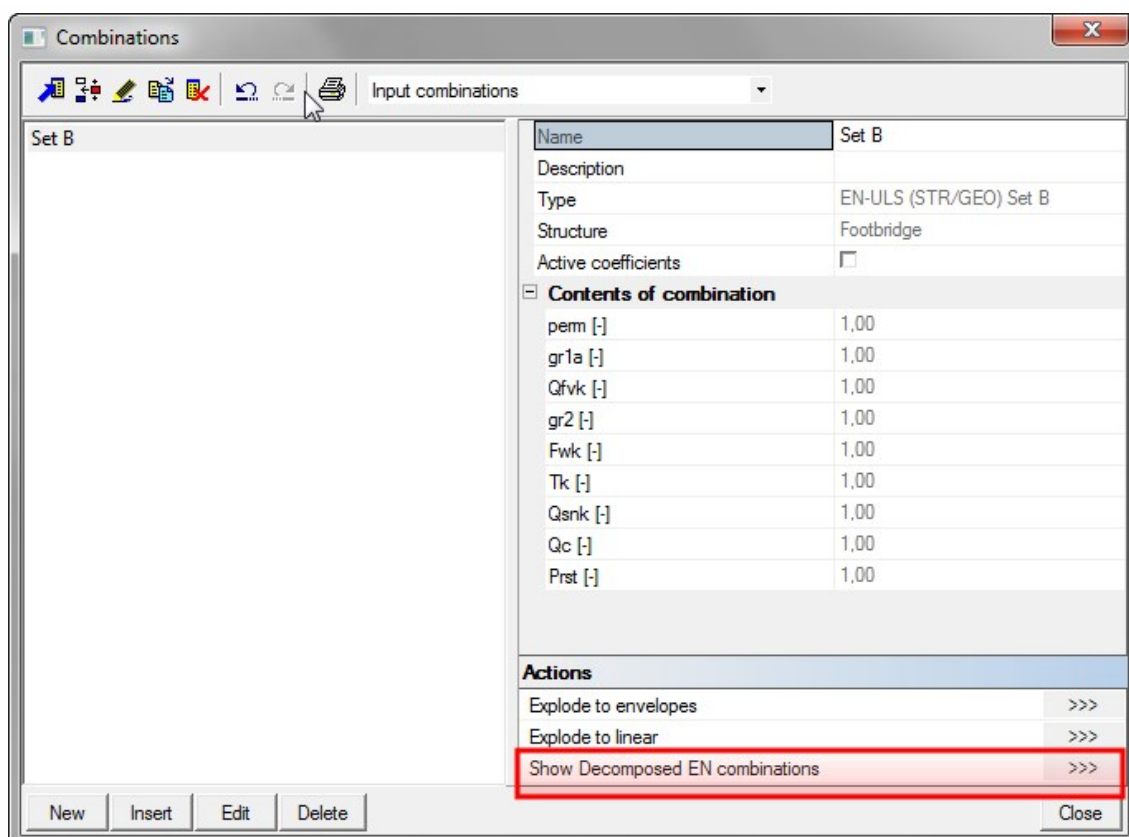
Les zones de liste Type et Structure sont désactivées dans cette boîte de dialogue. Ceci permet d'éviter une configuration incorrecte de la combinaison. Pour changer ces paramètres, modifiez la combinaison.

Étape 5 : Combinaisons EN décomposées

À ce stade, le processus est terminé et les enveloppes de combinaisons sont générées à partir de notre combinaison norme. Dans la boîte de dialogue Combinaisons, l'utilisateur peut voir toutes les enveloppes de combinaisons générées, en sélectionnant le filtre Contenu de la combinaison. Dans notre exemple, ce sont 80 enveloppes de combinaisons qui ont été générées.



La boîte de dialogue Combinaisons EN décomposées, accessible à l'aide du bouton encadré en rouge dans la zone Actions, affiche des informations complètes sur les combinaisons décomposées. Elle permet à l'utilisateur d'examiner ce qui est arrivé aux combinaisons de norme d'origine et comment les règles ont été appliquées dans le processus.



Ce bouton d'action permet d'ouvrir la boîte de dialogue Combinaisons EN décomposées :



Dans cette fenêtre, outre la référence et l'annexe nationale, l'utilisateur peut consulter d'autres informations sur la combinaison sélectionnée, comme son nom, sa description, son type, sa structure et son contenu d'origine avant l'application des règles. Surtout, cette fenêtre affiche également toutes les règles applicables. Ces règles sont réparties en deux groupes principaux :

Règles élémentaires fixes :

ces règles sont appliquées systématiquement et ne sont pas modifiables.

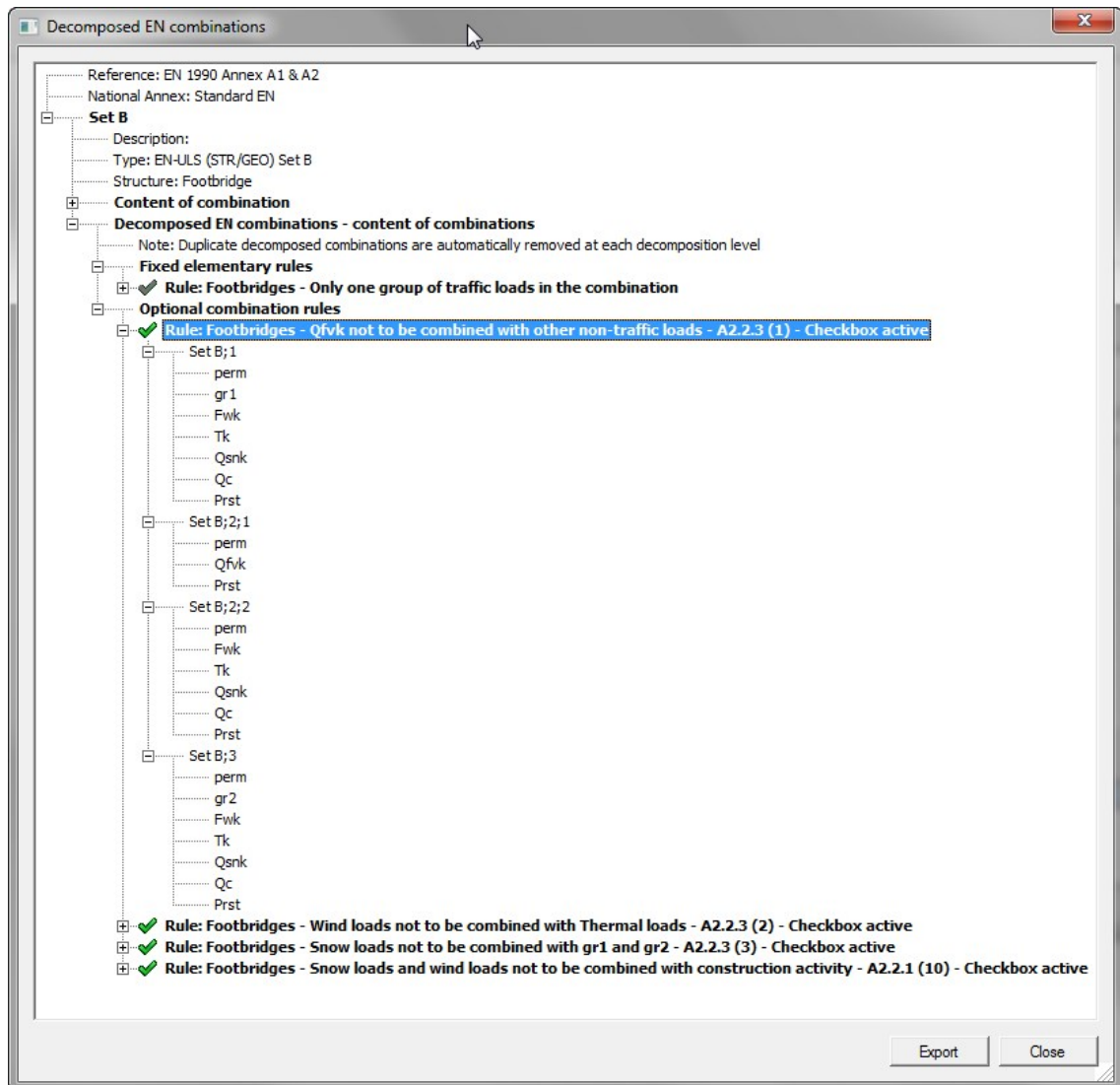
Règles de combinaison facultatives :

ces règles sont configurables dans la boîte de dialogue Configuration AN en cochant ou en décochant la case appropriée. Cette boîte de dialogue affiche toujours une référence à un article de la norme EN et l'état de la case à cocher. Si la règle est utilisée, une coche verte apparaît en regard de celle-ci. Dans le cas contraire, c'est une croix rouge qui apparaît en regard de celle-ci.

Sous chaque règle peut apparaître une partie de la combinaison dite « mère », sous la forme de plusieurs combinaisons décomposées. Examinons la première règle fixe qui stipule que la combinaison ne peut contenir qu'un seul groupe de charges de trafic. Comme les cas de charges gr1, Qfvk et gr2 sont connectés aux groupes de charges, qui ont le même

nom et le même type de charges, et que la norme EN identifie comme des groupes de trafic, ils ne doivent pas être combinés. À cette étape, la combinaison d'origine est divisée en trois combinaisons décomposées, appelées Set B;1, Set B;2 et Set B;3. Chacune d'entre elles ne contient que des cas de charges provenant d'un groupe de charges de trafic.

Maintenant, examinons une autre règle qui est la première du groupe des règles de combinaison facultatives. Elle stipule que la charge Qfwk ne doit pas être combinée à d'autres charges non dues au trafic. Comme il s'agit de la deuxième règle, les combinaisons décomposées générées à l'étape précédente (Set B;1, Set B;2 et Set B;3) sont utilisées.



Nous voyons que les combinaisons décomposées Set B;1 et Set B;3 n'ont pas changé. Il en est de même pour le nom de ces combinaisons. Ils sont identiques à ce qu'ils étaient à l'étape précédente. En revanche, la combinaison Set B;2 a été divisée en Set B;2;1 et Set B;2;2.

La même procédure peut être suivie pour les autres règles. Les combinaisons utilisées pour générer des enveloppes s'affichent toujours en toute fin du processus de décomposition (sous la dernière règle appliquée).

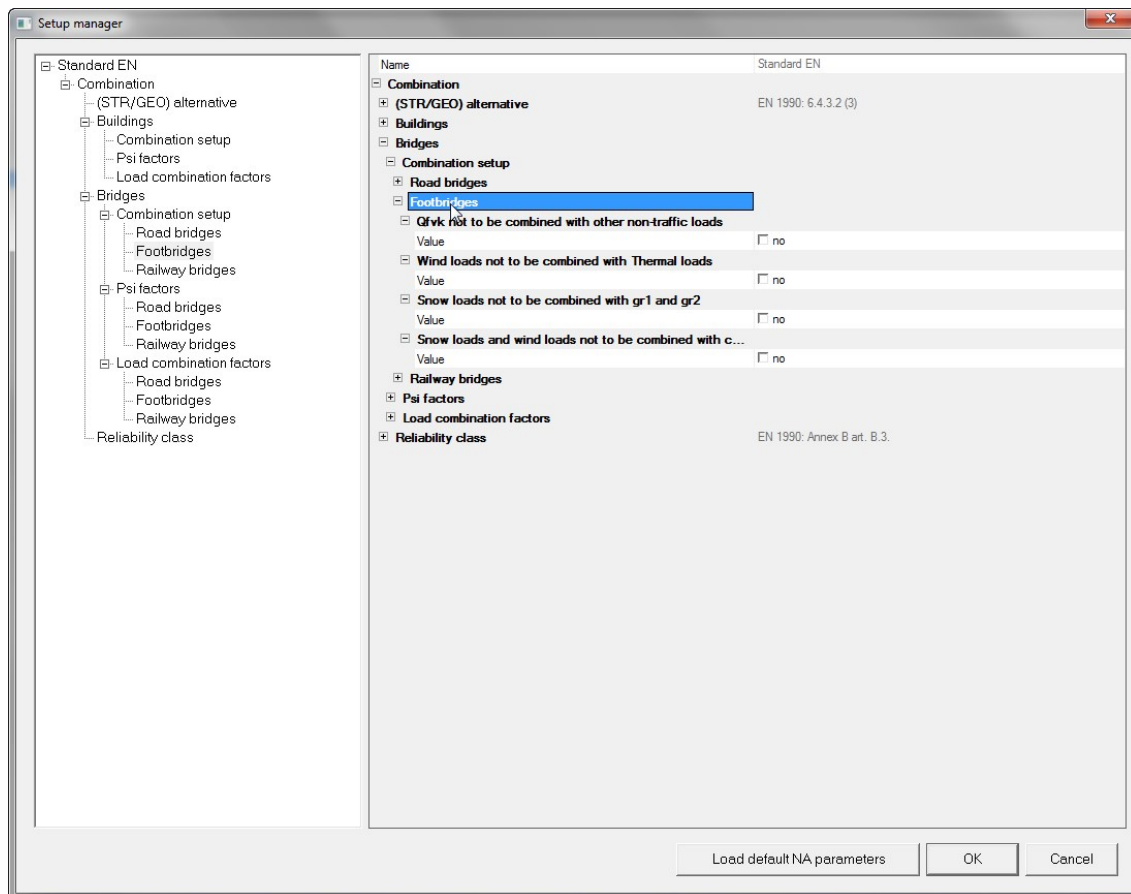
De plus, le bouton Exporter permet d'enregistrer toutes les informations de la boîte de dialogue Combinaisons EN décomposées dans un fichier au format TXT.

Chaque structure (Bâtiment, Pont routier, Passerelle et Pont ferroviaire) possède son propre jeu de règles applicables. Celui-ci s'appuie sur les annexes A1 et A2 de la norme EN 1990.

La première règle appliquée à la combinaison d'origine est appliquée au contenu d'origine. Les règles suivantes sont appliquées aux combinaisons EN décomposées, qui ont été générées à l'étape précédente. Les combinaisons utilisées pour générer des enveloppes s'affichent toujours en toute fin du processus de décomposition (sous la dernière règle appliquée).

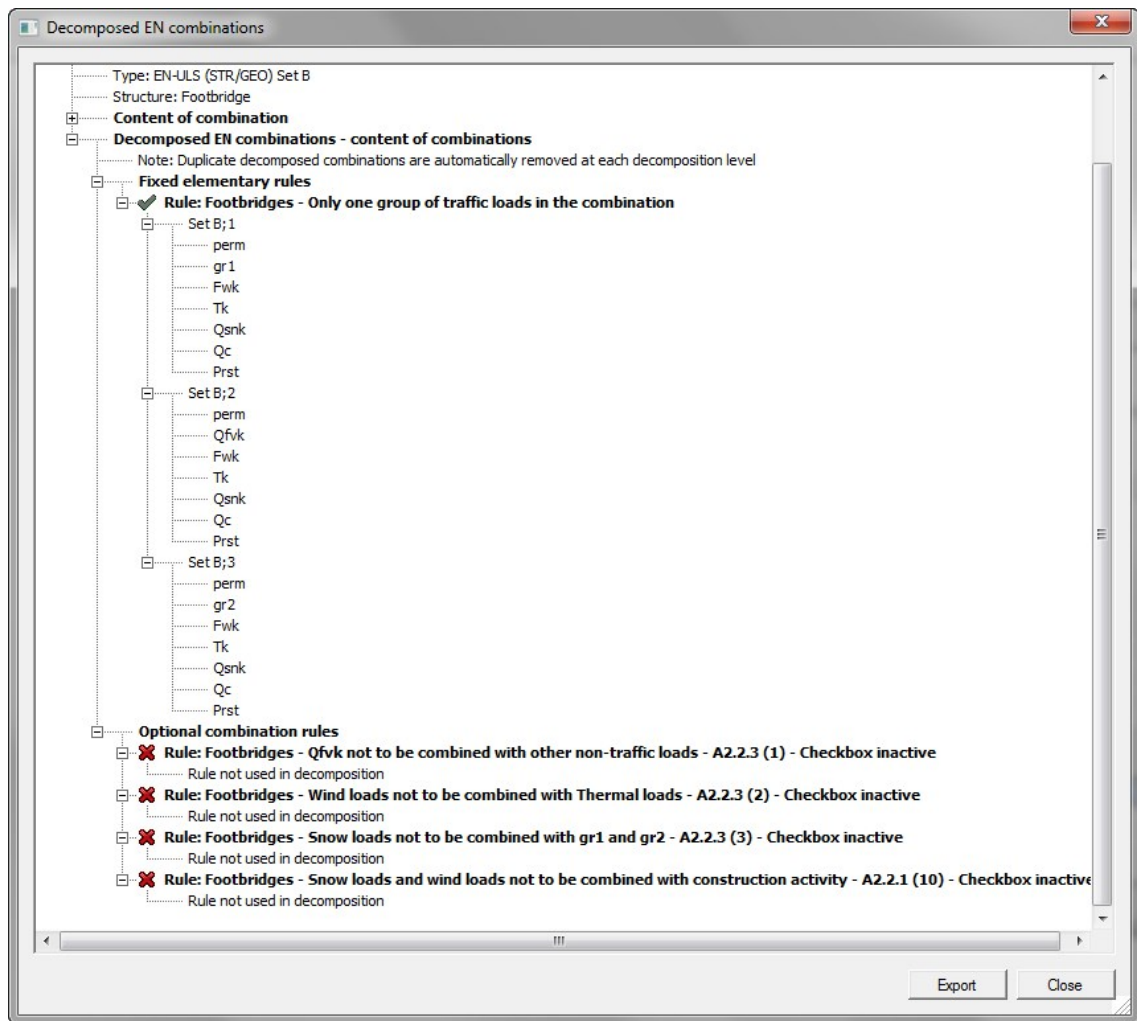
Étape 6 : Boîte de dialogue Configuration AN

Dans cette étape, nous montrerons seulement comment modifier des combinaisons EN décomposées en désactivant certaines règles. Dans la boîte de dialogue Configuration AN, nous allons désactiver toutes les règles pour les passerelles (voir la capture d'écran ci-dessous). Le changement des valeurs Psi et Gamma ne modifiera que quelques coefficients qui seront utilisés par des cas de charges dans les enveloppes de combinaisons générées. Et si leur valeur n'est pas nulle, elle n'a aucune influence sur le nombre d'enveloppes de combinaisons générées.



Examinons les enveloppes de combinaisons générées dans la principale boîte de dialogue Combinaisons. Si nous remplaçons le filtre par « Contenu de la combinaison », nous constatons que, de 80 enveloppes de combinaisons générées, nous sommes passés à 48 enveloppes.

Dans la boîte de dialogue Combinaisons EN décomposées, nous voyons qu'une seule règle fixe est appliquée. Ces trois combinaisons résultant de cette règle sont utilisées pour générer des enveloppes de combinaisons au lieu de la combinaison de norme d'origine. Sous chaque règle associée à une croix rouge, une mention précise que la règle n'est pas utilisée dans la décomposition.



Combinaisons avancées de cas de charge

Combinaisons non linéaires

Les combinaisons non linéaires sont similaires aux [combinaisons standard](#) et sont utilisées pour des calculs non linéaires.



Remarque : Une combinaison non linéaire doit être définie pour effectuer un calcul non linéaire. Le programme ne peut pas effectuer de calcul non linéaire si une combinaison non linéaire n'est pas définie.

Une combinaison non linéaire est définie pour un type d'imperfection initiale de la forme de la structure modélisée. Il y a plusieurs manières de définir une imperfection initiale. En général, les imperfections sont divisées en deux groupes :

- courbure initiale,
- imperfection globale.

Courbure initiale**Aucune**

Aucune imperfection initiale n'est appliquée.

Courbure simple

f	Courbure d'une barre
1/f	Rayon de courbure

Selon les données de flambement

L'imperfection provient des données de flambement. Pour les sections standards, les courbes de flambement sont définies en fonction des normes nationales (cf. Table EC3 5.5.3). Pour les autres sections, les courbes de flambement proviennent des données définies par l'utilisateur lors de la définition du profil.

Imperfection globale**Aucune**

Aucune imperfection initiale n'est appliquée.

Inclinaison simple

dx	Inclinaison par m de hauteur dans la direction de l'axe global X
dy	Inclinaison par m de hauteur dans la direction de l'axe global Y

Fonctions d'inclinaison

Fonction d'inclinaison dx :Z	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global X. L'inclinaison en fonction de l'axe global Z (hauteur de la structure).
Fonction d'inclinaison dx :Y	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global X. L'inclinaison en fonction de l'axe global Y (longueur de la structure).
Fonction d'inclinaison dy :Z	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global Y. L'inclinaison en fonction de l'axe global Z (hauteur de la structure).
Fonction d'inclinaison dy :X	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global Y. L'inclinaison en fonction de l'axe global X (longueur de la structure).
Fonction d'inclinaison dz :X	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global Z. L'inclinaison en fonction de l'axe global X (hauteur de la structure).
Fonction d'inclinaison dz :Y	Fonction d'inclinaison dans la direction de l'axe global Z. L'inclinaison en fonction de l'axe global Y (longueur de la structure).



Remarque 1 : Les inclinaisons dans les directions X et Y sont évaluées comme la somme des composants inclinés selon les directions verticale et horizontale. L'inclinaison finale dans la direction de l'axe X est égale à la somme de (fonction d'inclinaison dx : Z) et (fonction d'inclinaison (dx : Y). L'inclinaison finale dans la direction de l'axe Y est égale à la somme de (fonction d'inclinaison dy : Z) et (fonction d'inclinaison dx : X).

Déformation à partir du cas de charge

Cas de charge	Les résultats obtenus pour le cas de charge défini sont utilisés comme imperfection initiale pour la suite des calculs. Les résultats pour le cas de charge défini doivent donc être calculés d'abord. Les autres calculs peuvent être effectués ensuite.
----------------------	---



Remarque : Les résultats pour le cas de charge donné doivent être déjà calculés. Sinon, le programme affiche un avertissement.

Combinaison de stabilité

Les combinaisons de stabilité sont similaires aux [combinaisons standard](#) et sont utilisées pour des calculs de stabilité.

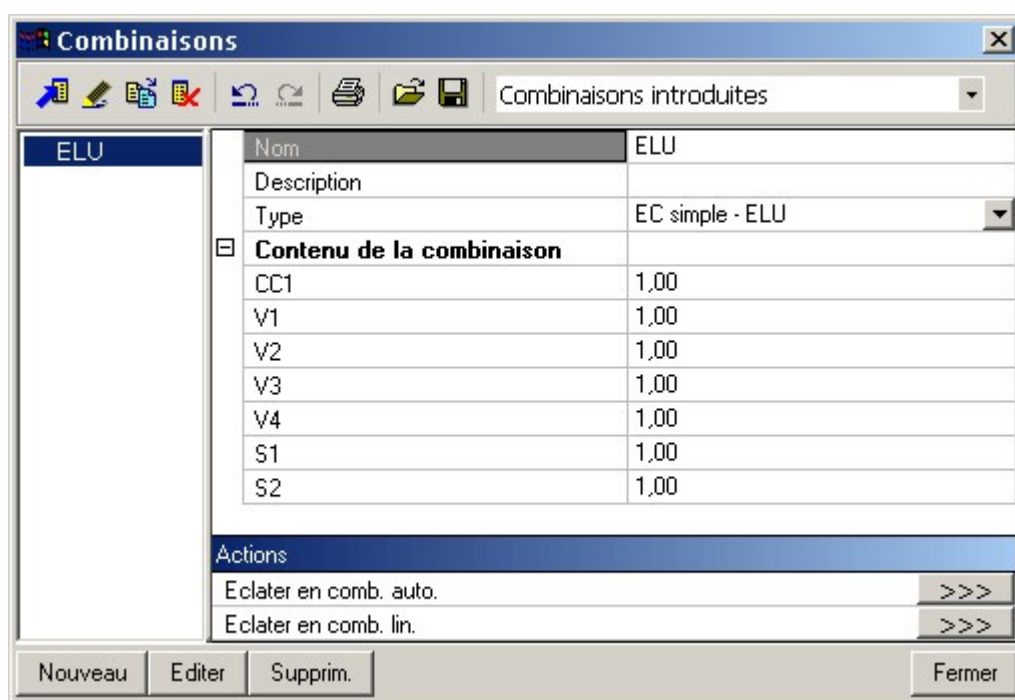


Remarque : Une combinaison de stabilité doit être définie pour effectuer un calcul de stabilité. Le programme ne peut pas effectuer de calcul de stabilité si une combinaison de stabilité n'est pas définie.



The following chapter is currently available only in English.

Non-linear combination used as a load case in a linear combination



When a linear combination of load cases is being defined, it is possible to add also results of an already calculated non-linear combination of load cases. Such a non-linear combination behaves as a permanent load case in further calculations.

This feature makes it possible to combine e.g. wind or seismic effects (linear calculation) with a non-linear calculation that solves e.g. the effect of the self-weight on an inclined (imperfect) structure. The solution is not perfect, but it significantly reduces the number of required non-linear combinations.

There is no coefficient for this added non-linear combination as principle of superposition does not apply to non-linear calculations.

It is necessary to think carefully about the use of this feature. If for example, the nonlinear model contains members acting in tension only, they are eliminated in the non-linear calculation (if they get under compression), but they remain and act in the model during the subsequent linear calculation.



Note: If the added non-linear combination has not been calculated yet, it is treated as an empty load case, i.e. nothing is added. No special warning is issued about this. The user must make sure that non-linear calculation has been performed prior to the linear calculation in which linear combinations with added non-linear combinations are treated.

Classes de résultats

Classes de résultats

Les classes de résultats représentent un outil performant et utile pour l'évaluation des résultats. Elles permettent à l'utilisateur de définir un ensemble (une classe) de résultats pour les cas de charge sélectionnés et les combinaisons de cas de charge. Le programme traite la classe comme une enveloppe de résultats.

Gestionnaire de classes de résultats

Le **Gestionnaire de classes de résultat** est un [Gestionnaire standard de Scia Engineer](#). Il intervient pour les opérations de base des classes de résultats.

Le **Gestionnaire de classes de résultat** peut être ouvert comme suit :

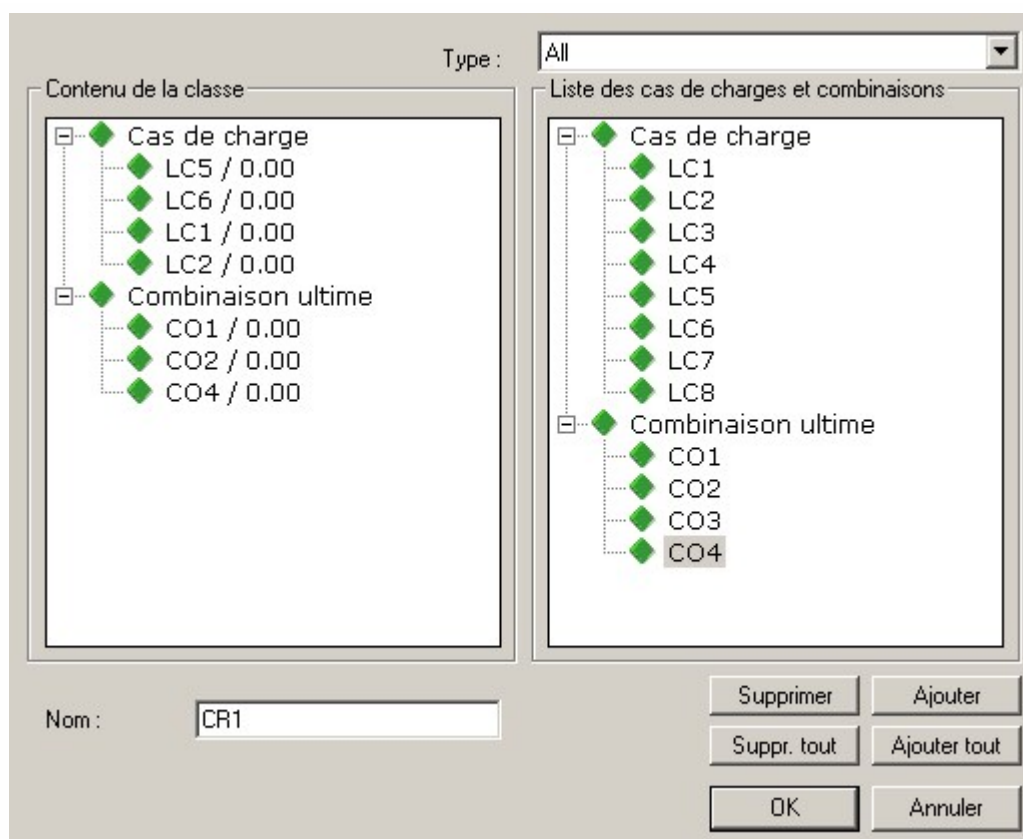
- à l'aide de la fonction de menu **Arborescence > Cas de charge, combinaisons > Classe de résultat**,
- à l'aide de la fonction d'arborescence **Cas de charge, combinaisons > Classe de résultat**.

Définition d'une nouvelle classe de résultats

Une nouvelle classe de résultat peut être définie dans le [Gestionnaire de classes de résultats](#).

Pour définir une nouvelle combinaison

1. Ouvrez le [Gestionnaire de classes de résultat](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau**.
3. La boîte de dialogue d'édition d'une nouvelle classe de résultat s'ouvre.
4. Tapez le nom et la description de la classe de résultat.
5. Dans la liste des cas de charge et des combinaisons disponibles sur la droite, sélectionnez l'élément à insérer dans la classe de résultat (les sélections multiples sont possibles).
6. Appuyez sur le bouton **Ajouter** pour insérer le cas de charge ou la combinaison dans la classe de résultat.
7. Répétez les étapes 5 à 6 pour tous les cas de charge et toutes les combinaisons à insérer dans la classe de résultat.
8. Confirmez par **OK**.
9. Si nécessaire, répétez les étapes 2 à 8 pour d'autres classes.
10. Fermez le **Gestionnaire de classes de résultat**.



La figure ci-dessus montre la boîte de dialogue d'édition d'une nouvelle classe de résultat.

Utilisation d'une classe de résultats

Les classes de résultats sont utilisées pour analyser l'effet de certaines combinaisons de cas de charge. Elles sont disponibles dans toutes les boîtes de dialogue de [visualisation des résultats](#), avec les classes de charges et les combinaisons de classes de charges.

Générateurs de charges

Introduction

Les générateurs de charges sont un outil pouvant être utilisé pour simplifier la définition des charges. Ils permettent l'application d'une charge surfacique à un ensemble de barres portantes. Il est aussi possible d'utiliser les générateurs pour déterminer la charge de vent ou de neige dans un plan vertical de la structure. La génération de charges climatiques peut être réalisée directement selon une norme nationale ou selon une distribution de vent et de neige sur la hauteur de la structure définie par l'utilisateur. Des surfaces polygonales quelconques peuvent être utilisées pour définir l'aire chargée par la charge surfacique.

Générateur de vent

Générateur de vent

Le générateur de vent permet à l'utilisateur de soumettre une structure à l'effet du vent. Il est possible d'appliquer des valeurs et des formules d'une norme particulière, ou de définir soi-même une courbe de pression de vent sur la hauteur de la structure.

La charge calculée pour un vent donné est appliquée sur une coupe de la structure. Celle-ci est définie par le plan de travail. Il est donc possible d'avoir plusieurs coupes soumises à des charges générées différentes.



Remarque 1 : Le générateur peut être utilisé pour générer une charge sur un plan de la structure à la fois. Celle-ci est définie par la plan de travail. Ce dernier doit être vertical. Sinon, le générateur ne peut être appliqué.



Remarque 2 : Le générateur peut uniquement être utilisé sur un bâtiment d'un seul tenant. Si une structure est composée de deux ou plusieurs parties non connectées dans une même coupe, la charge est générée seulement sur une des parties.

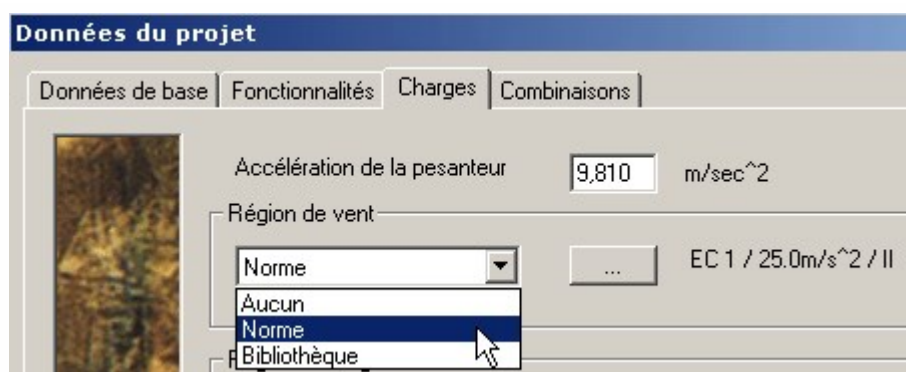


Remarque 3 : Seule la partie de la génération au-dessus du terrain est considérée pour la génération de charge. Le niveau du terrain peut donc être utilisé pour exclure certaines parties de la structure non soumises au vent. Le niveau du terrain est toujours spécifié dans le système de coordonnées globales.

Types de charges de vent

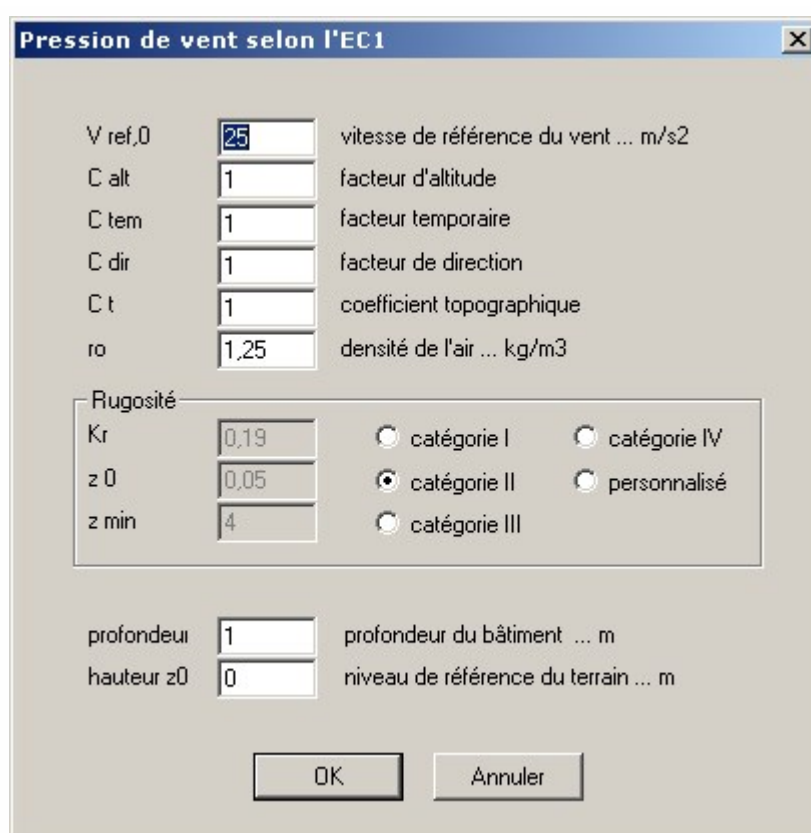
Comme déjà indiqué, il y a deux manières de définir une charge de vent dans Scia Engineer.

La charge peut être calculée selon une norme ou dérivée d'une courbe de pression de vent définie par l'utilisateur. Le type de charge de vent peut être défini dans l'onglet **Charges** de la boîte de dialogue **Paramètres du projet**.



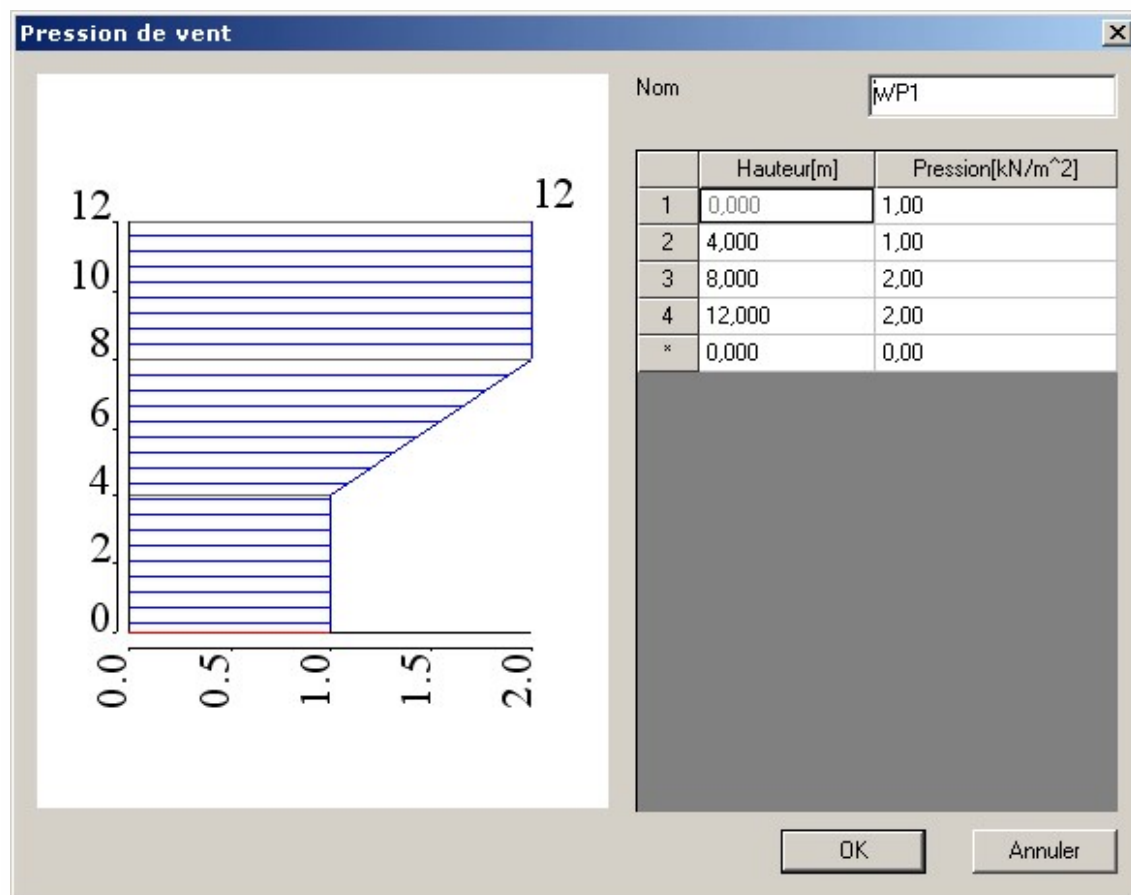
Vent de la norme

Si l'option **Norme** est choisie, l'utilisateur doit définir un certain nombre de paramètres additionnels qui sont fonction de la norme choisie. Les captures d'écran ci-dessous montrent les dialogues de configuration pour les normes EC et NEN.

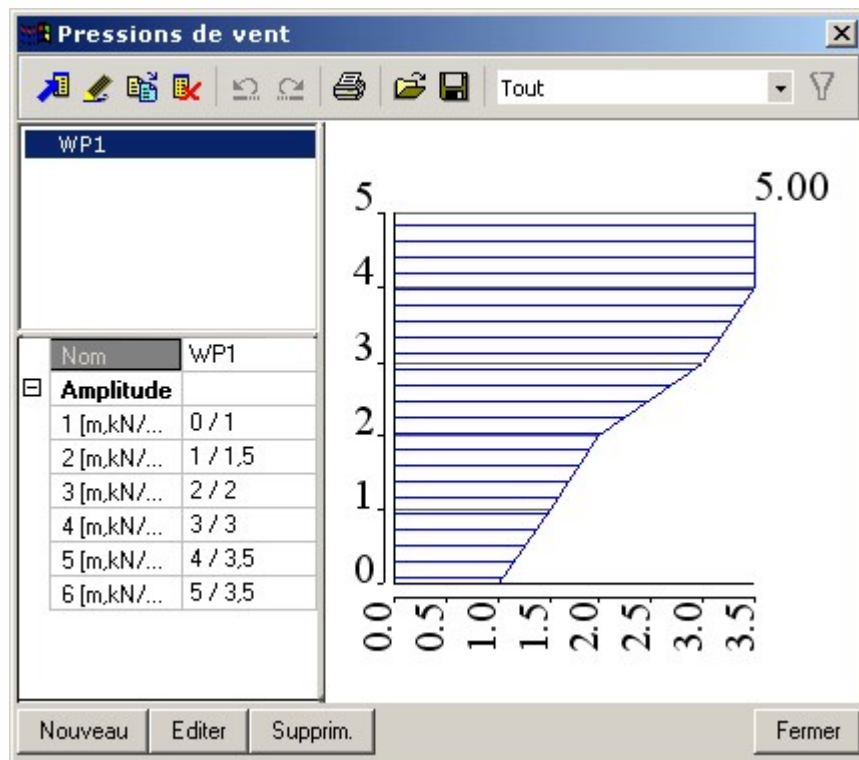


Courbe définie par l'utilisateur

Si l'option **Bibliothèque** est choisie, l'utilisateur doit définir une courbe pression-hauteur. La définition de la courbe est faite dans un dialogue standard de Scia Engineer pour la définition de courbes.



Il est possible de définir plusieurs courbes de vent. Elle sont sauvegardées et peuvent être facilement éditées, effacées et sélectionnées dans le gestionnaire approprié.



Remarque : Le type de charge de vent défini dans la boîte de dialogue **Paramètres du projet** est utilisé plus tard lors de l'appel de la fonction [Charge > Générateur de vent](#).

Utiliser le générateur de vent

Etape 0: Activer la génération de vent et sélectionner le type de charge de vent

Pour permettre l'utilisation des générateurs de charges climatiques dans Scia Engineer, l'utilisateur doit activer cette **Fonctionnalité** dans la boîte de dialogue **Paramètres du projet**. Le point **Charges climatiques** doit être sélectionné dans la liste des fonctionnalités.

Pour sélectionner le type de vent, voir le chapitre [Types de charges de vent](#).

Etape 1: Démarrer la fonction

Le générateur de vent peut être démarré par la fonction **Charge > Générateur de vent**.

Etape 2: Définir l'entre-distance des portiques

La charge de vent est générée pour une coupe dans la structure. Pour calculer correctement les valeurs des charges, le programme doit connaître la « largeur de vent », c'est-à-dire la distance entre deux portiques adjacents. L'utilisateur doit donc introduire cette donnée au démarrage de la fonction.

Etape 3: Spécifier les paramètres du générateur

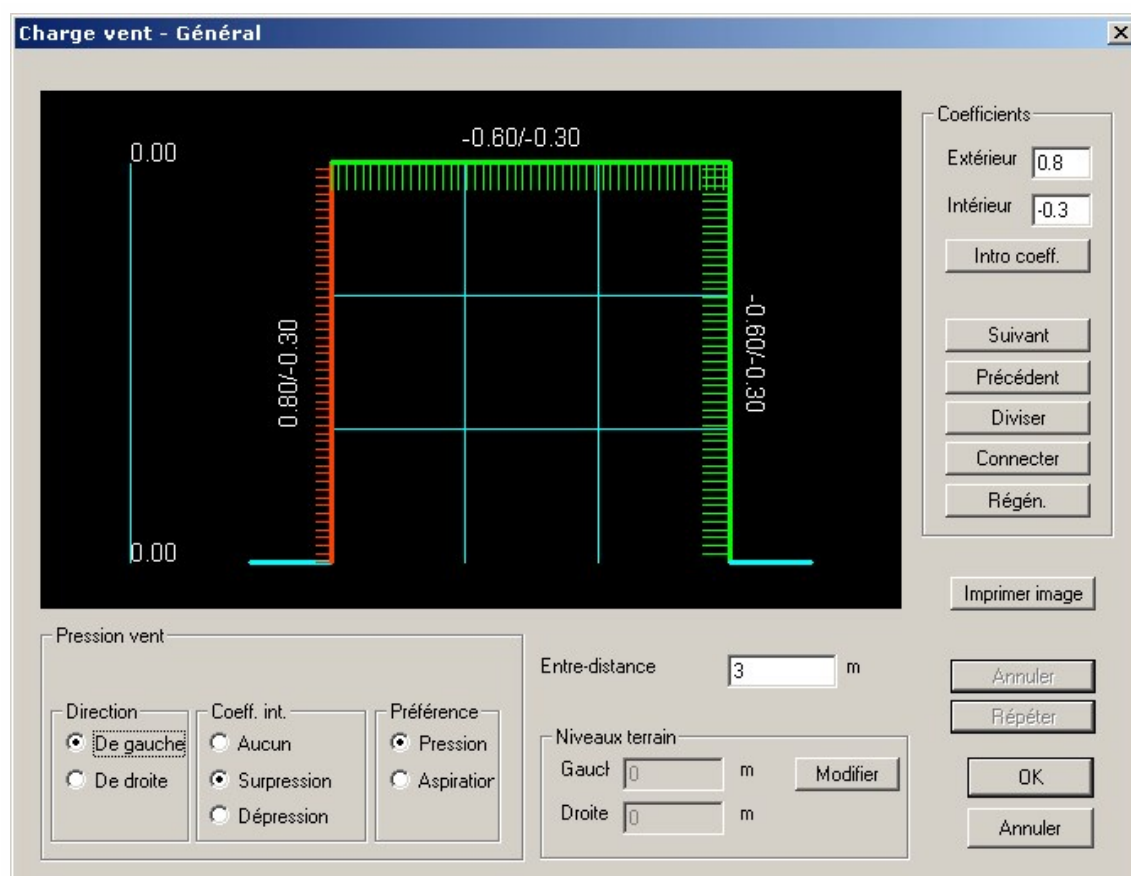
Après l'étape 2, le dialogue du générateur apparaît à l'écran. L'utilisateur peut y contrôler la génération de la charge par un ensemble de paramètres. Leur signification est expliquée dans le chapitre Définir les paramètres du générateur de vent.

Etape 4: Génération de la charge

Après l'introduction des différents paramètres du générateur et leur confirmation, la charge de vent spécifiée est calculée et appliquée sur la structure.

Définir les paramètres du générateur de vent

Le dialogue principal du générateur de charge de vent permet à l'utilisateur de contrôler le processus de génération de charge. La signification des différents paramètres ainsi que des boutons de contrôle est donnée dans le tableau ci-dessous.



Le dialogue affiche aussi le contour de la structure ou de la coupe qui sera considérée pour la génération de la charge. Les barres soumises aux charges générées sont dessinées en gras. La barre active est en rouge tandis que les autres sont en vert. Les barres restantes (celles qui ne seront pas chargées), sont dessinées avec un trait plus fin.

Si les charges de vent sont générées selon une norme, il est possible que certaines barres soient divisées en plusieurs parties. Cette division est faite selon les règles d'application pour la norme sélectionnée.

En outre, l'utilisateur peut décider de diviser n'importe quelle barre en deux. Cette division peut être faite de manière réursive, pour pouvoir ainsi avoir un nombre quelconque de parties. Il est aussi possible de connecter deux parties adjacentes pour n'en former plus qu'une.

Des hachures dessinées sur les barres en gras (c'est-à-dire chargées) indiquent la direction des charges générées. Des hachures à l'extérieur de la structure signifient une surpression, à l'intérieur une dépression. Des hachures dessinées à l'intérieur d'une barre indiquent que la charge produit une dépression.

Paramètres

Direction	Ce paramètre dit au générateur de quelle direction vient le vent. Il peut souffler du côté gauche ou du côté droit de la coupe considérée. La direction sélectionnée est montrée par un rectangle hachuré dessiné à gauche ou à droite de la structure.
Coefficients intérieurs	Ces coefficients définissent l'effet du vent à l'intérieur du bâtiment. Aucun = ni surpression, ni dépression à l'intérieur du bâtiment Surpression = il y a une surpression dans le bâtiment

	Dépression = il y a une dépression dans le bâtiment Voir la remarque en fin de ce chapitre.
Préférence	Ce paramètre définit la préférence, ou la priorité, pour les sections de la norme permettant de choisir entre plusieurs valeurs. Pression = valeurs des coefficients de pression plus élevées Dépression = valeurs des coefficients de pression moins élevées
Entre-distance	La distance entre deux portiques adjacents définie avant l'ouverture du dialogue peut être modifiée ici.
Niveau du terrain	Seule la partie de la génération au-dessus du terrain est considérée pour la génération de charge. Le niveau du terrain peut donc être utilisé pour exclure certaines parties de la structure non soumises au vent. Le niveau du terrain est toujours spécifié dans le système de coordonnées globales.
Coefficients	Ce groupe définit les coefficients de pression. Un ensemble de boutons de contrôle (voir ci-dessous) accompagne les boîtes de texte. Extérieur = définit la valeur du coefficient de pression extérieur Intérieur = définit la valeur du coefficient de pression intérieur

Boutons de contrôle

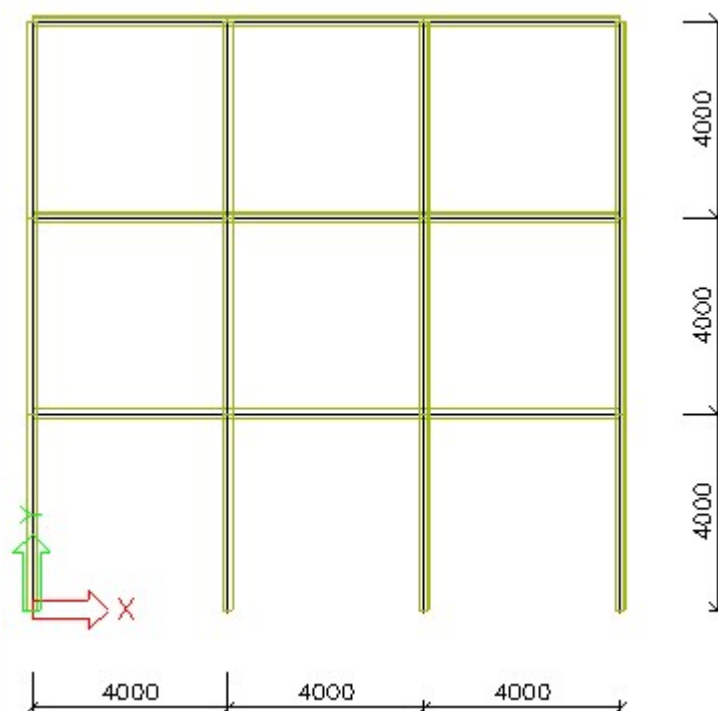
Intro. coeff.	La valeur des coefficients de pression dans les boîtes de texte Extérieur et Intérieur est assignée à la barre (ou à la partie de barre) active (dessinée en rouge).
Suivant	La barre ou partie de barre suivante devient active.
Précédent	La barre ou partie de barre précédente devient active.
Scinder	La barre ou partie de barre active est divisée au point spécifié. Le point est défini dans le dialogue ouvert après que la fonction soit appelée.
Connexion	Cette fonction est applicable uniquement si certaines barres ont déjà été divisées au préalable. Cette fonction ne fait rien si il n'y a que des barres non divisées sur le contour de la structure. Deux parties sont jointes. La règle est que la partie active est préservée, y compris avec ses coefficients, et que la partie suivante y est attachée.
Régén.	Ce bouton réinitialise les valeurs par défaut du programme. Il met tous les coefficients sur leur valeur par défaut et efface toutes les parties créées par l'utilisateur.
Imprimer dessin	Il est possible de modifier le zoom sur l'image en cours.
Modifier (niveau terrain)	Le niveau du terrain peut être modifié dans ces boîtes de texte. Ceci peut être utile p.ex. si la structure n'a pas été définie au niveau zéro (dans le système de coordonnées global) ou si une partie de la structure est protégée par des bâtiments environnants. La charge de vent est toujours générée uniquement sur les barres qui sont au-dessus du terrain. Celui-ci peut être incliné, en introduisant des valeurs différentes pour les niveaux de terrain à gauche et à droite de la structure.



Remarque : La norme Tchèque (CSN) ne tient pas compte du **Coefficient intérieur** même si ce dernier peut être défini.

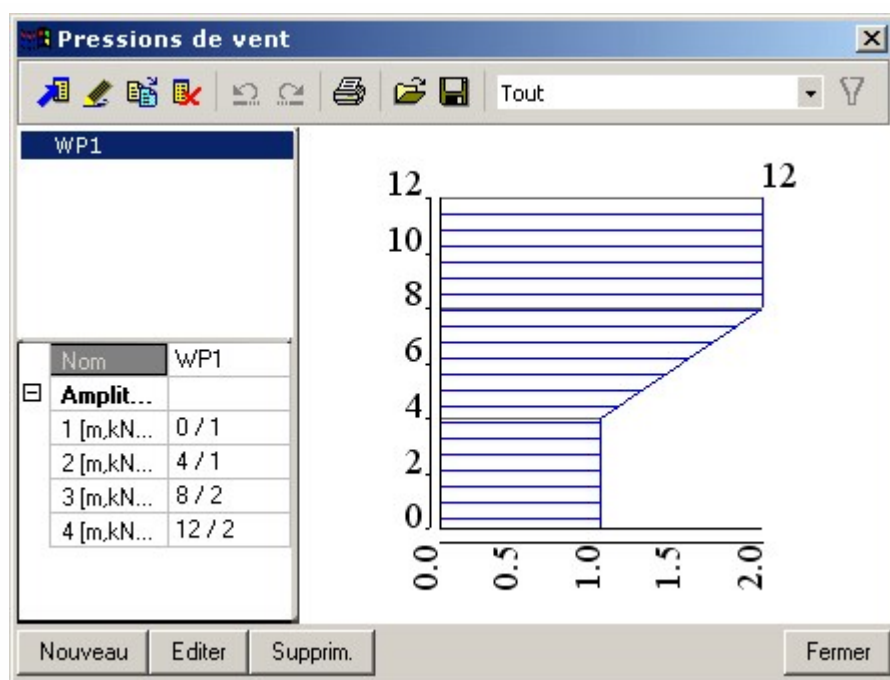
Exemple d'application du générateur de vent

L'utilisation du générateur de vent sera démontrée sur un exemple simple. Soit un portique régulier comme illustré sur la figure suivante.



Le portique sera soumis à une charge de vent dont l'intensité sera spécifiée au moyen d'une courbe pression-hauteur définie par l'utilisateur. Pour rester simple, cette courbe est la suivante :

- la pression est constante et égale à 1 kN/m^2 sur le premier étage,
- la pression varie linéairement jusqu'à atteindre 2 kN/m^2 sur le deuxième étage,
- la pression est constante et vaut 2 kN/m^2 sur le troisième étage,



Une fois la courbe introduite, le générateur de vent peut être démarré. L'entre-distance des portiques vaut 3 mètres.

Nous acceptons les paramètres par défaut pour la direction, les coefficients intérieurs et la préférence.

The 'Pression vent' dialog box contains three sections with radio button options:

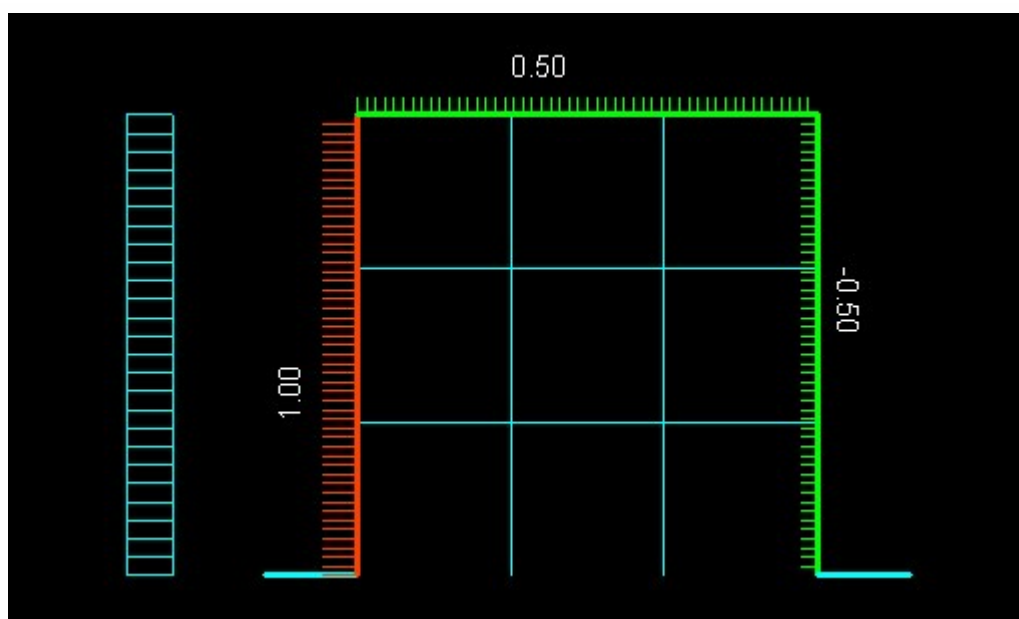
- Direction:** ☒ De gauche, ☐ De droite
- Coef. int.:** ☐ Aucun, ☒ Surpression, ☐ Dépression
- Préférence:** ☒ Pression, ☐ Aspiration

Nous allons modifier les coefficients de pression sur la première barre. Définissons 1.0 pour le coefficient de pression extérieure, et 0.0 pour le coefficient de pression intérieure.

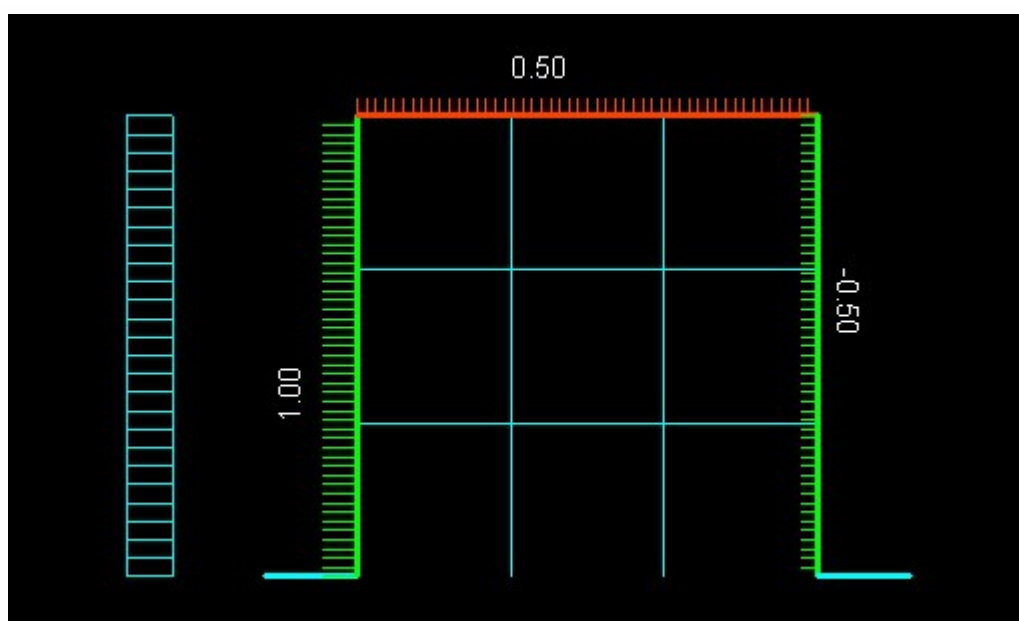
The 'Coefficients' dialog box allows setting external and internal pressure coefficients:

- Extérieur:** 0.8
- Intérieur:** -0.3

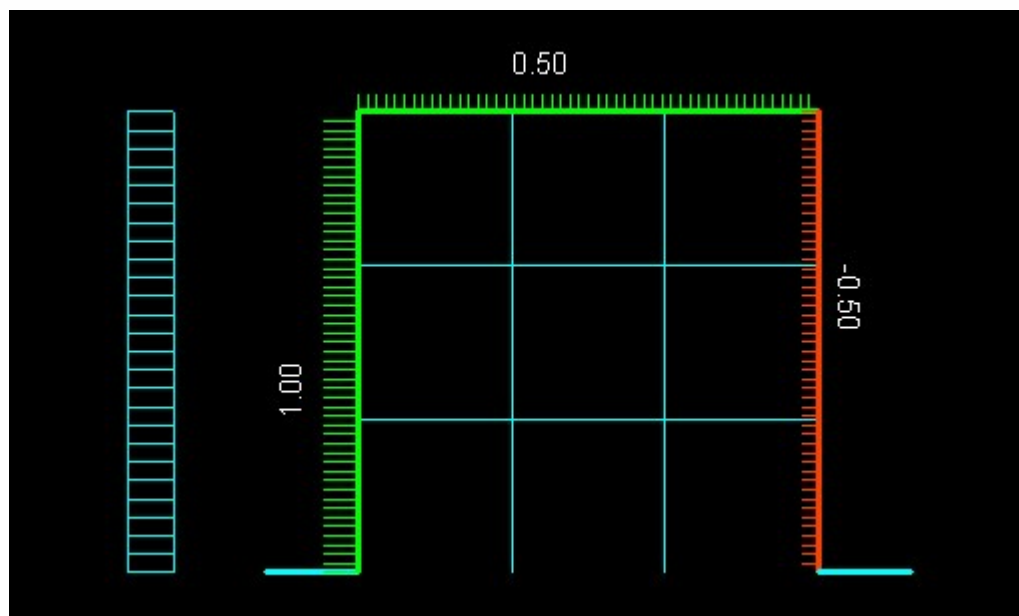
Buttons include 'Intro coeff.', 'Suivant', 'Précédent', 'Diviser', 'Connecter', and 'Régén.'.



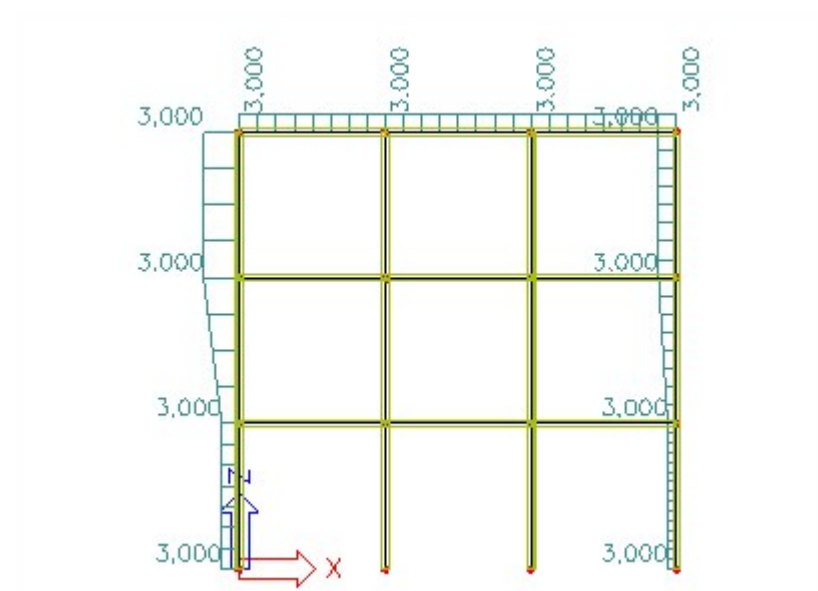
Les coefficients de la seconde barre sont montrés sur la figure.



Et les coefficients de la dernière barre sont:



Après fermeture du dialogue, la charge générée est affichée à l'écran.



Pour vérifier et, si nécessaire, modifier un des paramètres de vent, il est possible d'appliquer la procédure d'édition de Scia Engineer. Supposons que la charge agissant sur le poteau droit du second étage doive être vérifiée.

Sélectionnons la charge.



Les propriétés, y compris tous les paramètres, sont affichées dans la **Fenêtre des Propriétés**.

Nom	LF8
Direction	Z ▼
Type	Vent ▼
Angle [deg]	
Distribution	Uniforme ▼
Largeur efficace [m]	3,000
Coeff1	-0,5
Coeff2	-0,5
Valeur - P [kN/m]	-0,41
Valeur - P2 [kN/m]	-0,54
Semelle inférieure	☐
Barre	B20
Cas de charge	LC2 ▼ ...

Il y a deux coefficients dans la fenêtre des propriétés, **Coeff1** et **Coeff2**. Ils représentent la valeur finale des coefficients de pression au début et à la fin de la barre sélectionnée.

Toutes les données introduites peuvent aussi être contrôlées dans un tableau des charges soit dans la **Fenêtre d'aperçu** soit dans le **Document**.

Nom	Barre	P1 [kN/m]	W1 [m]	x1 [m]	Coeff1
	Cas de charge	P2 [kN/m]	W2 [m]	x2 [m]	Coeff2
LF1	B7	3,00	3,000	0,000	0,5
	LC2	3,00		4,000	0,5
LF2	B8	3,00	3,000	0,000	0,5
	LC2	3,00		4,000	0,5
LF3	B9	3,00	3,000	0,000	0,5
	LC2	3,00		4,000	0,5
LF4	B10	-3,00	3,000	0,000	-1
	LC2	-3,00		4,000	-1
LF5	B11	-3,00	3,000	0,000	-1
	LC2	-6,00		4,000	-1
LF6	B12	-6,00	3,000	0,000	-1
	LC2	-6,00		4,000	-1
LF7	B19	-1,50	3,000	0,000	-0,5
	LC2	-1,50		4,000	-0,5
LF8	B20	-1,50	3,000	0,000	-0,5
	LC2	-3,00		4,000	-0,5
LF9	B21	-3,00	3,000	0,000	-0,5
	LC2	-3,00		4,000	-0,5

Remarque :

La représentation graphique des charges de vent utilise la convention suivante:

La taille graphique du « diagramme » de charge prend en compte tant la largeur efficace que le coefficient de pression et la pression de vent.

La valeur numérique affichée représente la largeur efficace ou la valeur de la charge finale. Le réglage peut être effectué via la fonction **Paramètres d'affichage**. Consultez la remarque du chapitre **Outils de travail de base > Paramètres d'affichage > Vue d'ensemble des paramètres d'affichage > Etiquettes et descriptions**.

La valeur du coefficient de pression peut être lu dans la table des propriétés pour la charge sélectionnée.

Générateur de charges de vent 3D

Générateur de charges de vent 3D

Le générateur de charges de vent 3D est un outil avancé qui permet de générer les charges de vent agissant sur les bâtiments. Ce module est disponible pour les normes suivantes : Eurocodes EN (normes européennes) et IBC (normes américaines). Le module des Eurocodes prend notamment en charge le calcul des coefficients de pression externe en fonction des annexes nationales des pays suivants : Autriche, Allemagne, Pays-Bas et Royaume-Uni.

Paramètres du projet

La fonction **Climatic loads** (Charges climatiques) de la boîte de dialogue Project data (Données de projet) doit être sélectionnée. Le code des charges de vent doit également être sélectionné.

Project data

Basic data | Functionality | Loads | Combinations | Protection

	Dynamics	☐
	Initial stress	☐
	Subsoil	☐
	Nonlinearity	☐
	Stability	☐
	Climatic loads	☒
	Prestressing	☐
	Pipelines	☐
	Structural model	☐
	Parameters	☐
	Mobile loads	☐
	Overview drawings	☐
	GA drawings	☐
	LTA - load cases	☐
	External application checks	☐
	KP1 application	☐
	Slabs with void formers	☐
	Property modifiers	☐

	Concrete	
	Fire resistance	☐
	Hollow core slab	☐

OK Storno

Project data

Basic data | Functionality | Loads | Combinations | Protection

Acceleration of gravity: 9,810 m/sec²

Location: ...

Wind Region: Code ... EC 1 / 26.2m/s² / 0

Snow Region: Code ... EC 1 / Sk=0.00kN/m² Ce=1.00 Ct=1.00

OK Storno

Données de calcul

Name	EC-EN1
Wind	
Wind pressure according to EC1	
basic wind velocity ... m/s [m/sec]	26,200
directional factor [-]	1,00
season factor [-]	1,00
orography factor [-]	1,00
turbulence factor [-]	1,00
probability factor [-]	1,00
kg/m3 air density	1,25
Probability	
probability p for an annual exceedance...	200
shape factor [-]	0,20
exponent [-]	0,50
Roughness	
Roughness	category II
Kr [-]	0,19
z 0 [mm]	50,000
z min [mm]	2000,000

Le Setup manager for wind (gestionnaire de configuration du vent) permet de définir le coefficient de pression à utiliser.

Pour toutes les AN :

Le coefficient de pression sélectionné est systématiquement utilisé pour toutes les zones. Il n'est pas possible d'en associer plusieurs au sein d'un même projet.

Pour l'AN autrichienne :

La méthode exacte comprend les tableaux 3 et 4 pour les murs verticaux et toutes les zones de toits de l'AN autrichienne.

La méthode simplifiée comprend le tableau 6 et la réduction de zone des toits lorsque la zone correspondant aux zones F et G est inférieure à 20 % de la zone de toit totale.

Définition de la face extérieure du bâtiment

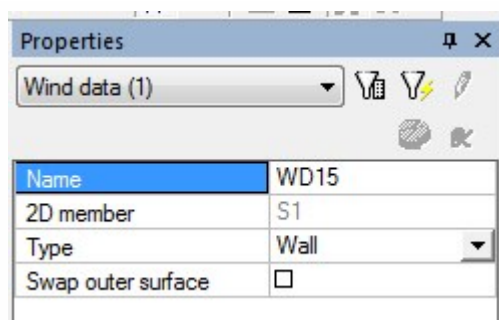
Pour pouvoir générer la charge, vous devez sélectionner, c'est-à-dire marquer, dans le modèle de la structure les éléments 2D (surfaces) qui devront former la face extérieure du bâtiment. Les éléments 2D de type plaque ou voile (plat) possèdent une propriété nommée **Vent 3D**. Si cette propriété est activée, l'élément 2D est pris en compte par le générateur de charges de vent.

La propriété **Vent 3D** est disponible pour les dalles et les voiles plats ainsi que pour les panneaux. Elle ne l'est pas pendant la définition de l'élément, mais seulement après. Si elle est activée, l'élément présente un contour bleu (données de vent).

Vous pouvez sélectionner la face extérieure de l'élément 2D au moyen du paramètre **échanger face extérieure**. Ceci est utile dans la mesure où la direction du vent est définie dans le système de coordonnées local de l'élément 2D.

Génération et modification de zones

Une fois la propriété **Vent 3D** activée dans la boîte de dialogue des propriétés de l'élément, l'entité « Données de vent » est automatiquement générée sur l'élément. Cette entité contient toute les informations relatives au vent.



Les éléments 2D dont la propriété **Vent 3D** est activée doivent former un « bloc » fermé. Si la face extérieure du bâtiment n'est pas fermée ou si la propriété **Vent 3D** d'un de ses éléments 2D intérieurs est activée, la charge de vent ne peut pas être calculée automatiquement.

L'entité Données de vent peut être de type **Voile** ou **Toit**. Au moins un élément de type Toit doit être défini dans le projet.

Les types de toits suivants sont disponibles :

- Plat ;
- Monopente ;
- Double pente ;
- En croupe.

Zones

Suivant les réglementations de la norme applicable, la charge à laquelle la structure est soumise est répartie en zones d'après la disposition de la structure. Cette division est enregistrée pour chaque direction de vent et peut soit être générée automatiquement soit, le cas échéant, définie ou modifiée manuellement.

Cette opération s'effectue au moyen de l'éditeur de zones. Cet éditeur s'ouvre à partir de la boîte de dialogue des propriétés Données de vent, au moyen du bouton éditer les zones.

éditeur de zones

Zones editor

Load direction: 0

Design

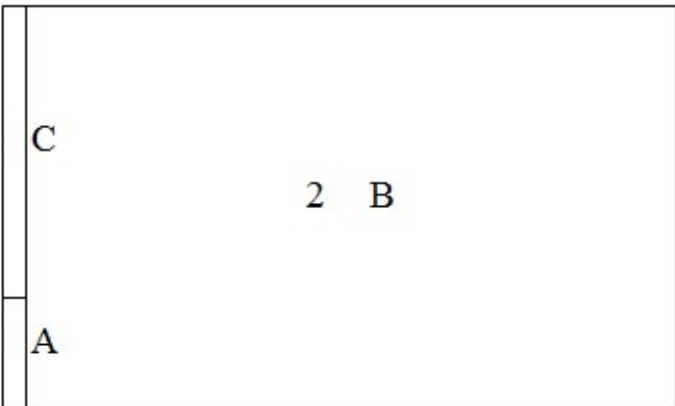
☒ Template acc. to code
☐ Manual design
☐ Generate

Setting according to code

e = 1
Base edge: 1
Zone design: Wall: e < d

Display label

☒ Region
☒ Zone
☐ Edge
☐ Ref. edge



Manual design mode

☒ Edit zones
☐ Edit geometry

Region	Zones	+Cpe	-Cpe			Divide hierarchy
1	A	0,00	0,00	Divide	Join	2,3,
2	B	0,00	0,00	Divide	Join	
3	C	0,00	0,00	Divide	Join	

OK Cancel

Trois méthodes peuvent être utilisées pour modifier les zones.

Modèle selon la norme

Cette option permet à l'utilisateur de diviser la géométrie en zones d'après les modèles basés sur la norme appropriée. Il doit introduire la valeur de **e** et sélectionner le **Bord de base** et le **Dimensionnement de zone**. Les valeurs du coefficient Cpe sont prédéfinies par le programme et peuvent être modifiées manuellement.

Pour les projets dans lesquels les Eurocodes sont sélectionnés, consultez l'EN 1991-1-4:2005 (E), chapitre 7 pour plus d'informations.

Si les normes IBC sont sélectionnées, l'option **Modèle** n'est pas disponible.

Dimensionnement manuel

Si ce mode est sélectionné, toutes les valeurs sont définies manuellement par l'utilisateur.

Si l'option **Dimensionnement manuel** est activée après la sélection du mode **Modèle**, toutes les valeurs de la boîte de dialogue restent inchangées, et l'utilisateur peut les modifier selon les besoins.

Toutefois, si l'option **Dimensionnement manuel** est activée après la sélection du mode automatique **Générer**, toutes les valeurs sont supprimées et l'utilisateur doit les définir à nouveau.

Les différentes zones peuvent être divisées ou fusionnées au moyen des boutons **Diviser** et **Joindre**. Trois types de divisions de zone sont disponibles :

- Parallèle – La « coupe » s'effectue le long du bord sélectionné.
- Horizontale – La « coupe » s'effectue horizontalement.
- Verticale – La « coupe » s'effectue verticalement.

Zones générées

Lorsque ce mode est sélectionné, les zones et les valeurs du coefficient Cpe sont calculées automatiquement par le programme. Si l'utilisateur bascule de l'option **Générer** vers une autre option, les zones sont supprimées.

Cas de charge

Les cas de charge peuvent être générés automatiquement sur base de critères donnés ou définis manuellement.

Génération automatique de cas de charges

Les cas de charge peuvent être définis à l'aide de la fonction **Générateur de charges de vent 3D** du service **Charge**. Lors de la première ouverture du générateur, la liste des cas de charge de vent est vide. Le programme peut générer les cas de charge nécessaires une fois les critères définis. Pour cela, l'utilisateur doit cliquer sur le bouton **Ajouter des cas de charge** afin d'ouvrir la boîte de dialogue de définition de ces critères.

Il définit ensuite la direction du vent et sélectionne la combinaison « plus » + « moins » des coefficients Cpe/Cpi à utiliser. Il saisit également la valeur du coefficient Cpi.

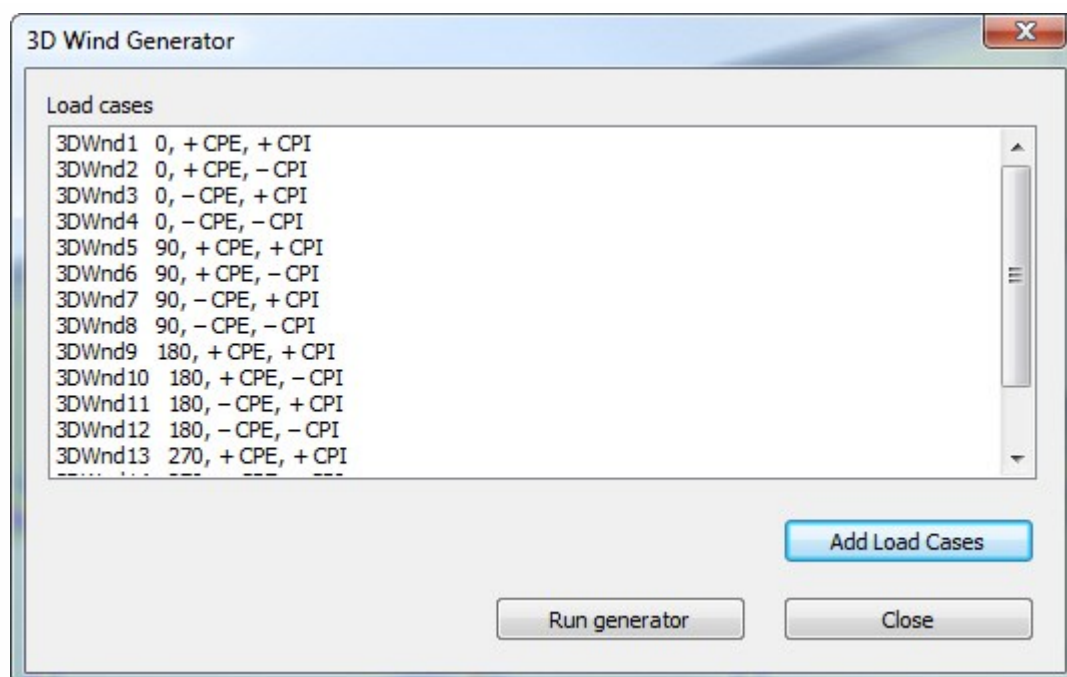
	Direction	+CPE, +CPI	+CPE, -CPI	-CPE, +CPI	-CPE, -CPI	+CPI	-CPI
1	0	☒	☒	☒	☒	0,20	-0,30
2	90	☒	☒	☒	☒	0,20	-0,30
3	180	☒	☒	☒	☒	0,20	-0,30
4	270	☒	☒	☒	☒	0,20	-0,30

Calculation method: Standard

Include torsional load case ☐

OK Cancel

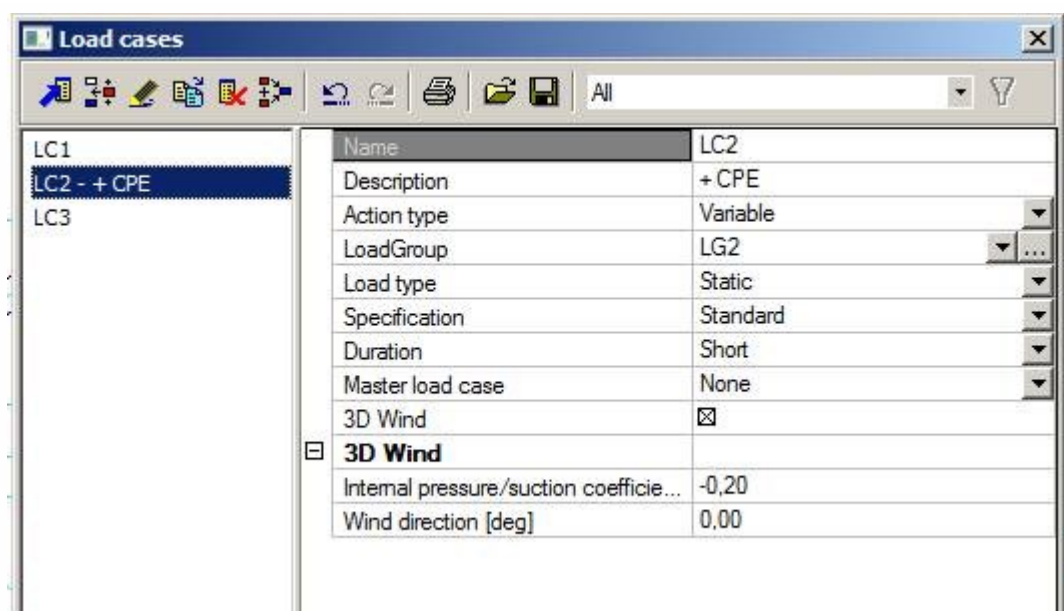
à la fermeture de la boîte de dialogue **Ajouter des cas de charge de vent**, les cas de charge sont générés.



Définition manuelle des cas de charge

Lorsqu'un cas de charge de vent est défini manuellement, l'option Description DOIT contenir le texte « + CPE » ou « - CPE » en majuscules avec un espace entre le signe +/- et la lettre « C ».

Cette description définit le coefficient Cpe à utiliser. Le coefficient +/-Cpi et la direction sont extraits du groupe Vent 3D.



Génération de cas de charge

Lorsque vous cliquez sur « Ajouter des cas de charge » dans la boîte de dialogue principale, celle-ci affiche les paramètres de génération des cas de charge dans les différentes directions. Pour chaque direction, il est possible de définir toute combinaison de signes pour les coefficients C_{pe} et C_{pi} . Les directions 0, 90, 180 et 270 sont prédéfinies. Pour en ajouter une autre, cliquez avec le bouton droit de la souris pour afficher le menu contextuel (voir ci-dessous).

	Direction	+ CPE, + CPI	+ CPE, - CPI	- CPE, + CPI	- CPE, - CPI
1	0	☒	☒	☒	☒
2	90	☒	☒	☒	☒
3	180	☒	☒	☒	☒
4	270	☒	☒	☒	☒

Calculation method: Standard

Include torsional load case: ☐

	Direction	+ CPE, + CPI	+ CPE, - CPI	- CPE, + CPI	- CPE, - CPI	+ CPI	- CPI
1	0	☒	☒	☒	☒	0.20	-0.20
2	90	☒	☒	☒	☒	0.20	-0.20
3	180	☒	☒	☒	☒	0.20	-0.20
4	270	☒	☒	☒	☒	0.20	-0.20

Calculation method: Standard

Include torsional load case: ☐

OK Cancel

Méthode de calcul

Pour EC, la méthode « standard » est la seule disponible

Si les normes IBC sont sélectionnées, la méthode « MWFRS M2 Low-rise » (système principal résistant à la force du vent M2 faible élévation) est proposée (voir norme IBC pour plus d'informations)

Inclure le cas de charge de torsion

Cette option est disponible uniquement pour les normes américaines IBC (voir les normes IBC pour plus de détails).

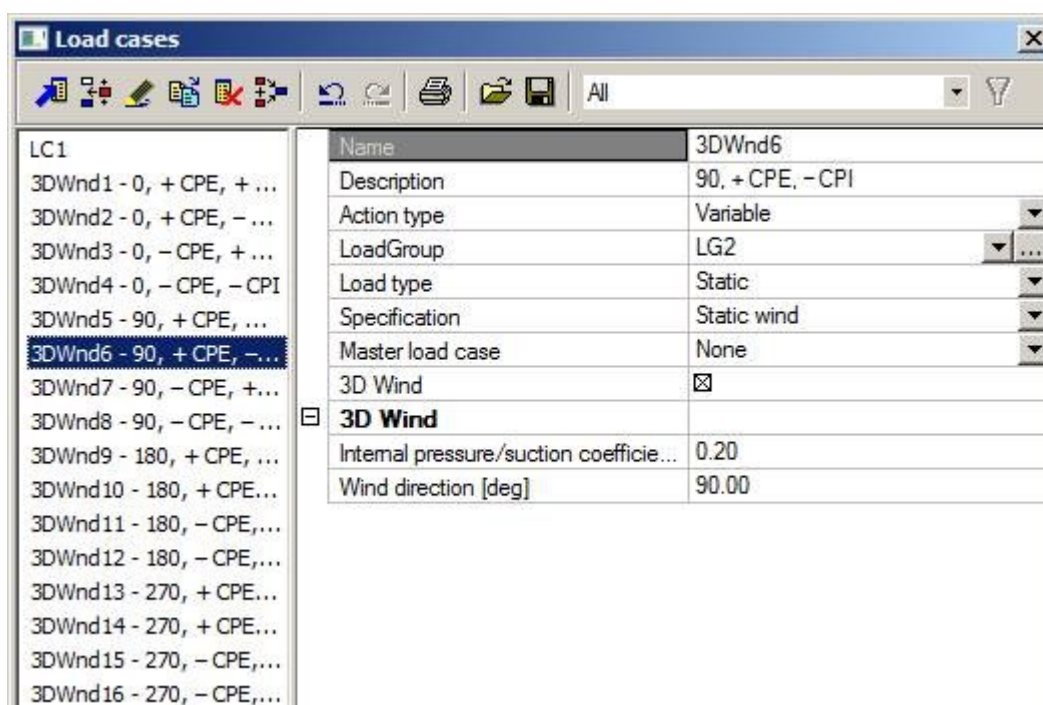
Définition manuelle d'un cas de charge de vent 3D

Dans les propriétés d'un cas de charge variable, il est possible de sélectionner l'option Vent 3D. De nouvelles propriétés liées à la charge de vent sont alors ajoutées à la boîte de dialogue des propriétés. Ce cas de charge est ensuite utilisé pour stocker la charge générée.

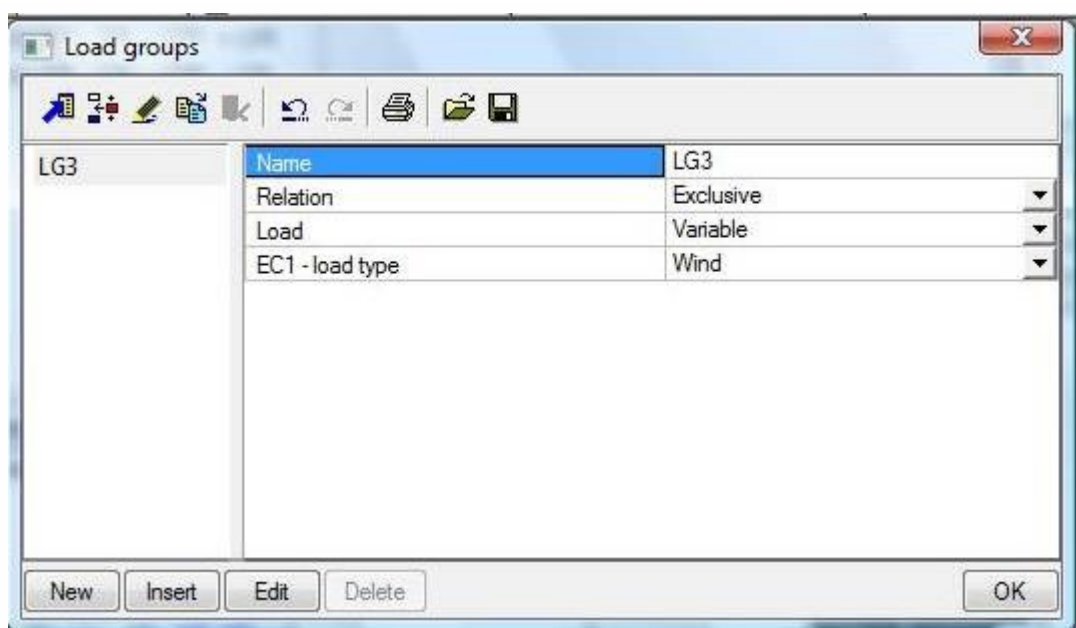
Direction – Direction de la charge de vent dans le SCG.

Coefficient d'aspiration / de pression interne – Valeur du coefficient Cpi (voir la norme correspondante pour plus de détails).

L'option Vent 3D est disponible uniquement si le **Type d'action** est défini sur **Variable**.

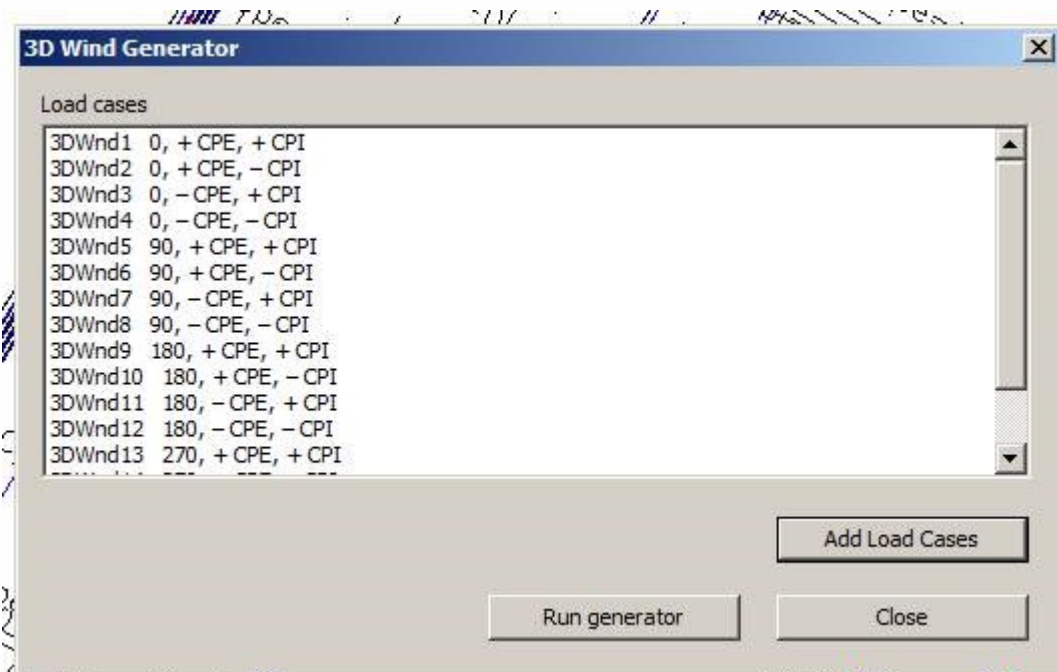


Load group (Groupe de charges)



Génération de la charge

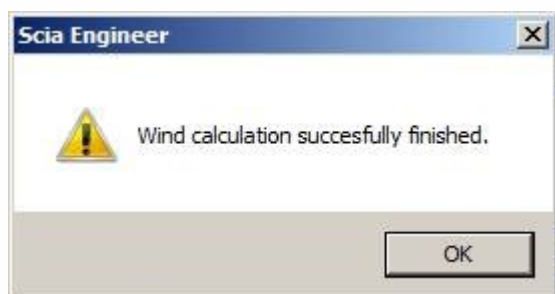
La charge est générée uniquement pour les cas de charge de type Vent 3D et est également de type Vent 3D. Sa valeur correspond à la valeur du coefficient Cpe générée ou saisie manuellement, et sa géométrie est définie d'après la disposition des zones de vent sur l'élément 2D.



Bouton Lancer le générateur

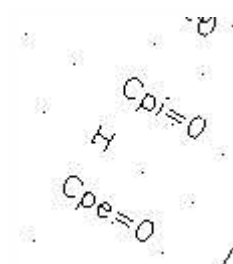
Ce bouton lance le moteur de charges de vent, qui calcule les zones de vent conformément à la norme applicable ainsi que les valeurs de charge.

Une fois les calculs effectués, un message s'affiche.



étiquettes

Les étiquettes Cpi et Cpe ainsi que le nom de la zone peuvent être affichés au moyen de **Configuration de la palette > écran > Police > option Dalle**.



La boîte de dialogue Paramètres d'affichage permet de contrôler les éléments affichés sous l'onglet **Charges / masses**.

Eccentricity label	☐
Wind data	
Display	☒
Labels of wind data	
Display label	☒
Cpi	☒
Cpe	☒

Générateur de neige

Générateur de neige

Le générateur de neige permet à l'utilisateur de soumettre une structure aux effets de la neige. Il est possible d'appliquer les valeurs et formules d'une norme en particuliers, ou de spécifier une valeur donnée pour le poids de la neige.

La charge calculée pour la définition de neige donnée est appliquée dans une coupe de la structure, définie par le plan de travail. Il est donc possible d'avoir plusieurs coupes soumises à des charges générées différentes.



Remarque 1 : Le générateur de neige peut être utilisé pour générer une charge dans un plan de la structure à la fois. Celle-ci est définie par la plan de travail. Ce dernier doit être vertical. Sinon, le générateur de charge ne peut être utilisé.



Remarque 2 : Le générateur de neige ne peut être utilisé que pour un bâtiment d'un seul tenant. Si une structure est composée de deux ou plusieurs parties non connectées dans une même coupe, la charge est générée seulement sur une des parties.

Types de charges de neige

Comme déjà indiqué, il existe dans Scia Engineer deux manières distinctes de générer une charge de neige.

La charge peut être calculée selon une norme donnée ou peut utiliser un poids de neige défini par l'utilisateur. Le type de génération peut être défini dans la boîte de dialogue **Paramètres du projet** à la page **Charges**.

Neige de la norme

Si l'option **Norme** est choisie, l'utilisateur doit définir un certain nombre de paramètres additionnels qui sont fonction de la norme choisie. La capture d'écran ci-dessous montre les dialogues pour la définition des paramètres de l'EC.

Charge de neige selon l'EC

Sk valeur caract. charge de neige ... kN/m2

Ce coefficient d'abritage

Ct coefficient thermique

OK Annuler

Poids de neige défini par l'utilisateur

Si l'option **Poids de la neige** est choisie, l'utilisateur doit définir un poids de neige typique pour la région considérée.



Remarque : Le type de génération de neige défini dans la boîte de dialogue **Paramètres du projet** est utilisé plus tard lors de l'appel de la fonction [Charge > Générateur de neige](#).

Utiliser le générateur de neige

Étape 0: Activer la génération de neige et sélectionner le type de charge de neige

Pour permettre l'utilisation des générateurs de charges climatiques dans Scia Engineer, l'utilisateur doit activer cette **Fonctionnalité** dans la boîte de dialogue des **Paramètres du projet**. Le point **Charges climatiques** doit être sélectionné dans la liste des fonctionnalités.

Pour sélectionner le type de neige, voir le chapitre [Types de charges de neige](#).

Étape 1: Démarrer la fonction

Le générateur de vent peut être démarré par la fonction **Charge > Générateur de neige**.

Étape 2: Définir l'entre-distance des portiques

La charge de neige est générée pour une coupe dans la structure. Pour calculer correctement les valeurs des charges, le programme doit connaître la « largeur de neige », c'est-à-dire la distance entre deux portiques adjacents. L'utilisateur doit donc introduire cette donnée au démarrage de la fonction.

Étape 3: Spécifier les paramètres du générateur

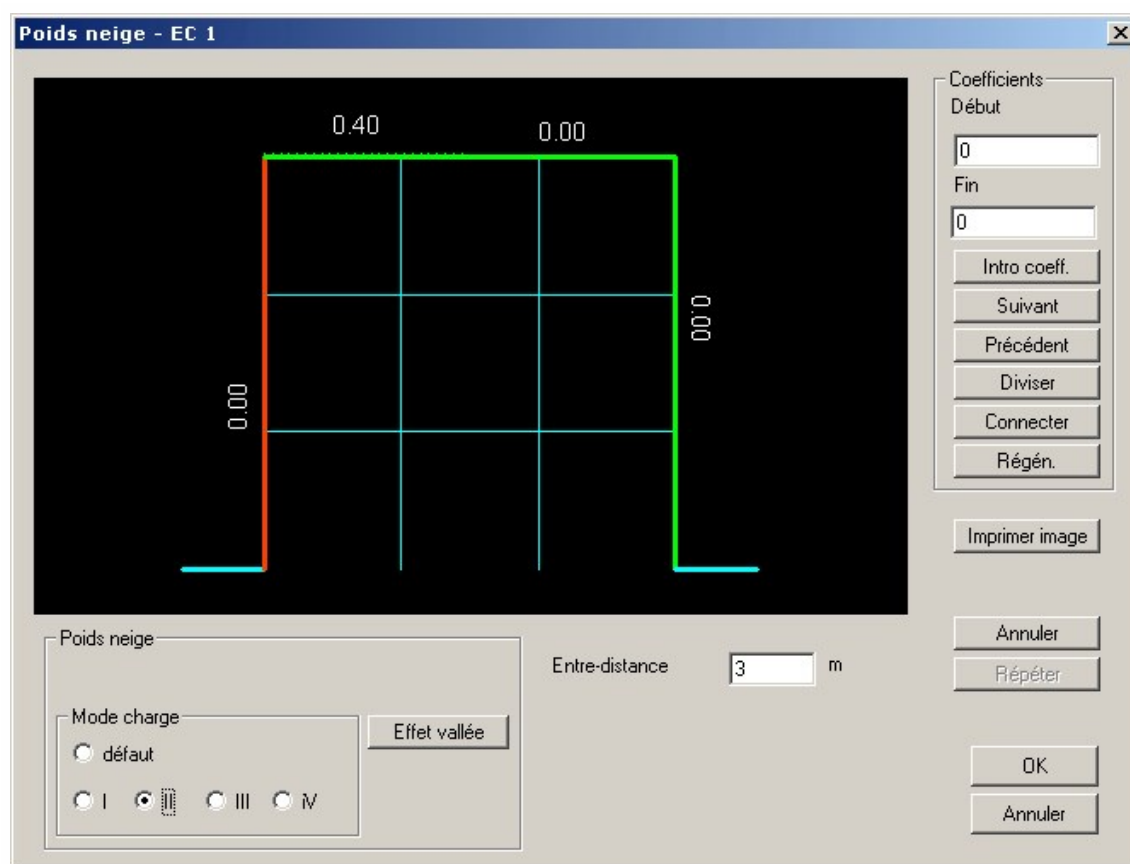
Après l'étape 2, le dialogue du générateur apparaît à l'écran. L'utilisateur peut y contrôler la génération de la charge par un ensemble de paramètres. Leur signification est expliquée dans le chapitre Définir les paramètres de neige.

Étape 4: Génération de la charge

Après l'introduction des différents paramètres du générateur et leur confirmation, la charge de vent spécifiée est calculée et appliquée sur la structure.

Définir les paramètres du générateur de neige

Le dialogue principal du générateur de neige permet à l'utilisateur de contrôler le processus de génération de charge. La signification des différents paramètres ainsi que des boutons de contrôle est donnée dans le tableau ci-dessous.



Le dialogue affiche aussi le contour de la structure ou de la coupe qui sera considérée pour la génération de la charge. Les barres soumises aux charges générées sont dessinées en gras. La barre active est en rouge tandis que les autres sont en vert. Les barres restantes (celles qui ne seront pas chargées), sont dessinées avec un trait plus fin.

Si les charges de neige sont générées selon une norme, il est possible que certaines barres soient divisées en plusieurs parties. Cette division est faite selon les règles d'application pour la norme sélectionnée.

En outre, l'utilisateur peut décider de diviser n'importe quelle barre en deux. Cette division peut être faite de manière récursive, pour pouvoir ainsi avoir un nombre quelconque de parties. Il est aussi possible de connecter deux parties adjacentes pour n'en former plus qu'une.

Des hachures dessinées sur les barres en gras (c'est-à-dire chargées) indiquent la direction des charges générées. Des hachures à l'extérieur de la structure signifient une surpression, à l'intérieur une dépression.

Paramètres

Mode charge	Ce bouton sélectionne le mode de génération de neige.
Effet de vallée	Si le bâtiment est situé dans une vallée, ce bouton permet à l'utilisateur d'en tenir compte.
Entre-distance	La distance entre deux portiques adjacents définie avant l'ouverture du dialogue peut être modifiée ici.
Coefficients	Ce groupe définit les coefficients de pression. Un ensemble de boutons de contrôle (voir ci-dessous) accompagne les boîtes de texte. Début = définit la valeur de départ du coefficient de forme au début de la partie considérée Fin = définit la valeur de fin du coefficient de forme au début de la partie considérée

Boutons de contrôle

Intro. coeff.	La valeur des coefficients de pression dans les boîtes de texte Extérieur et Intérieur est assignée à la barre (ou à la partie de barre) active (dessinée en rouge).
Suivant	La barre ou partie de barre suivante devient active.
Précédent	La barre ou partie de barre précédente devient active.
Scinder	La barre ou partie de barre active est divisée au point spécifié. Le point est défini dans le dialogue ouvert après que la fonction soit appelée.
Connexion	Cette fonction est applicable uniquement si certaines barres ont déjà été divisées au préalable. Cette fonction ne fait rien si il n'y a que des barres non divisées sur le contour de la structure. Deux parties sont jointes. La règle est que la partie active est préservée, y compris avec ses coefficients, et que la partie suivante y est attachée.
Régén.	Ce bouton réinitialise les valeurs par défaut du programme. Il met tous les coefficients sur leur valeur par défaut et efface toutes les parties créées par l'utilisateur.
Imprimer dessin	Il est possible de modifier le zoom sur l'image en cours.

Poids de neige selon l'EC1

Les paramètres individuels et leur signification sont expliqués brièvement dans la figure et le tableau ci-dessous.

Pour plus d'informations, nous vous référons aux articles de la norme qui sont référencés dans le texte sous le tableau.

s_k	Valeur caractéristique de la charge de neige [kn/m ²]
C_e	coefficient d'abritage
C_t	coefficient thermique

La charge de neige agissant sur la toiture est donnée par:

s = m_i · C_e · C_t · s_k	
--	--

où :

m_i	coefficient de forme
C_e	coefficient d'exposition, souvent égal à 1.0
C_t	coefficient thermique
s_k	valeur caractéristique du poids de la neige

Le coefficient thermique peut être inférieur à 1.0 dans les bâtiments où des pertes thermiques importantes ont lieu au niveau du toit. Le coefficient d'exposition peut exprimer les effets du vent sur la réduction de l'épaisseur de la couche de neige.

Générateur de neige et de vent

Générateur de neige et de vent

Outre les générateurs de [vent](#) et de [neige](#), Scia Engineer propose également un outil complexe pour la génération de charges de vent et de neige sur les portiques.

Ce générateur complexe peut effectuer plusieurs tâches à la fois :

- Créer un nouveau cas de charge pour le vent de côté gauche avec surpression et générer la charge appropriée.
- Créer un nouveau cas de charge pour le vent de côté gauche avec dépression et générer la charge appropriée.
- Créer un nouveau cas de charge pour le vent de côté droit avec surpression et générer la charge appropriée.
- Créer un nouveau cas de charge pour le vent de côté droit avec dépression et générer la charge appropriée.
- Créer un nouveau cas de charge pour la neige et générer la charge appropriée.

Pour utiliser le Générateur de neige et de vent

- Ouvrez le service **Charge**.
- Démarrez la fonction **Générateur de neige et de vent**.
- Définissez les paramètres (voir ci-dessous).
- Cliquez sur **OK** pour confirmer.
- L'assistant du **Générateur de charge** apparaît à l'écran.
- Le cas échéant, modifiez les paramètres qui doivent l'être (consultez les chapitres relatifs aux générateurs de [vent](#) et de [neige](#)).
- Cliquez sur le bouton **Suivant** pour passer aux étapes suivantes de l'assistant.
- A la fin de la procédure, les cas de charge sont créés et la charge correspondante y est générée.

Paramètres du générateur de vent et de neige

Distance entre portiques	Définit la distance entre les portiques. Comme pour le générateur de vent ou de neige autonome, vous sélectionnez un portique plan à soumettre à la charge générée. Vous devez par conséquent spécifier la distance par rapport aux portiques avoisinants pour définir la largeur de la charge.
---------------------------------	---

Vent

Groupe de charges	Les cas de charge générés pour les charges de vent sont insérés dans groupe donné.
Nom du cas de charge	Spécifie la base du nom du cas de charge. Par exemple, si vous spécifiez la base "Vent", les noms des cas de charge générés seront : • Vent – GS, • Vent – GD, • Vent – DS, • Vent – DD. Les descriptions des cas de charge sont elles aussi générées automatiquement : • Vent de gauche – surpression • Vent de gauche – dépression • Vent de droite – surpression • Vent de droite – dépression
Surpression	Si cette option est activée, le cas de charge de surpression sera généré.
Dépression	Si cette option est activée, le cas de charge de dépression sera généré.

Neige

Groupe de charges	Les cas de charge générés pour les charges de neige sont insérés dans le groupe donné.
Nom du cas de charge	Spécifie le nom du cas de charge. Une description correspondante du cas de charge est automatiquement générée.

Normes internationales

Pour répondre à certaines normes internationales, les paramètres du générateur peuvent être étendus. Pour les codes français par exemple, deux autres cas de charges de vent (vent de face – surpression et vent de face – dépression) et un cas de charge de neige supplémentaire (accidentel) sont générés suivant les dispositions des normes nationales. L'accumulation de neige est également prise en compte dans les normes françaises.

Générateur de charges surfaciques

Introduction

Le générateur de charges surfaciques est un outil qui transforme automatiquement des charges de surface en charges réparties sur des barres situées dans un plan donné.

Ce générateur est utile pour les portiques plans (qui peuvent être une structure séparée ou juste une partie d'une structure 3D complexe) qui sont soumis à des charges réparties de surface. Avec ce générateur, l'utilisateur ne doit plus déterminer les largeurs efficaces et recalculer les charges réparties sur les barres correspondantes.

Plus d'information est donnée dans:

[Principe du générateur surfacique](#)

[Définir une nouvelle charge surfacique](#)

Principe du générateur surfacique

La marche à suivre habituelle pour la définition d'une nouvelle charge surfacique est la suivante :

1. spécifier la valeur de la charge par mètre carré,
2. définir la zone de chargement,
3. laisser le programme calculer les charges correspondantes sur les barres affectées.

Si nécessaire, les données introduites peuvent être [éditées](#) à tout instant.

Si la génération des charges sur les barres n'a pas été demandée manuellement, le programme les génère automatiquement avant de démarrer un calcul.

Certaines limitations existent cependant ::

- Le polygone de chargement (zone de chargement) doit être plan.
- Les barres qui supportent la charge doivent être situées dans le plan du chargement.

Paramètres de la charge surfacique

Les paramètres de ce type de charge sont:

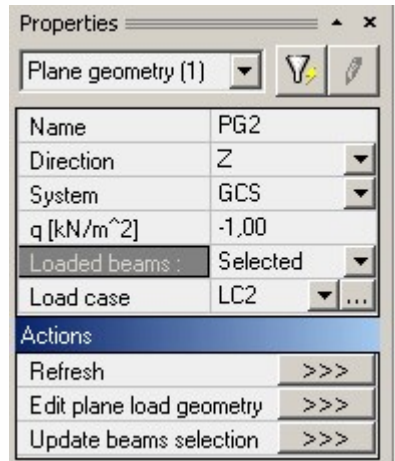
Nom	Spécifie le nom de la charge.
Direction	Sélectionne la direction de la charge. La charge peut agir uniquement selon un des axes du système de coordonnées (c'est-à-dire selon X, Y ou Z).
Système	La direction de la charge peut être définie soit dans les axes globaux, soit dans les axes utilisateur.
q [kN/m²]	Spécifie la valeur de la charge répartie par mètre carré. Cette charge sera alors appliquée sur les barres sélectionnées.
Barres sélectionnées	La charge surfacique, dont la valeur est introduite dans le champ ci-dessus, peut agir sur toutes les barres situées dans le plan de chargement, ou seulement sur certaines d'entre elles (sur les barres sélectionnées par l'utilisateur).

Définir une nouvelle charge surfacique

Définir une nouvelle charge surfacique

1. Si nécessaire, définissez un nouveau cas de charge pour la nouvelle charge.
2. Ouvrez le service **Charge** de l'arbre.
3. Démarrez la fonction **Générateur de charges surfaciques**.
4. Remplissez les [paramètres du dialogue de géométrie plane](#).
5. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
6. Eventuellement, déplacez et/ou orientez le plan de travail pour qu'il définisse le niveau et l'orientation du plan de chargement.
7. Introduisez le polygone de chargement.

8. Fermez la fonction:
 - a. soit par la touche **[Echap]**,
 - b. soit en appuyant le bouton **[Mettre fin à l'action]** sur la barre d'outils juste au-dessus de la ligne de commande (),
 - c. soit en invoquant le menu contextuel et en sélectionnant la commande **Fin de l'action**.
9. La [Fenêtre des propriétés](#) montre maintenant les paramètres précédents ainsi quelques [Boutons d'action](#) (voir ci-dessous).



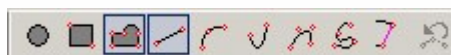
13. Utilisez les boutons d'action pour terminer la définition.
14. Fermez la fonction.

Boutons d'action de la fenêtre des propriétés du Générateur surfacique

Régénérer	Ce bouton démarre le générateur à proprement parler. Si le générateur n'est pas appelé par l'utilisateur manuellement lors de la définition de la charge surfacique, la génération est effectuée automatiquement avant le calcul. Remarque: Il est recommandé de générer les charges sur les barres manuellement. Ceci donne à l'utilisateur la possibilité de contrôler les charges effectivement générées et de les comparer avec ce que l'utilisateur avait prévu.
Editer la géométrie du plan	Ce bouton permet d'éditer la géométrie du polygone de chargement. Voir le chapitre Editer le polygone de chargement.
Modifier la sélection	Modifier la sélection des barres Si le paramètre Barre chargées vaut Sélection, ce bouton démarre l'opération de sélection des barres désirées. Les barres soumises à la charge introduite doivent être sélectionnées. L'opération de sélection peut être terminée par la touche [Echap].

Introduire le polygone de chargement

Quand la fonction **Générateur surfacique** est démarrée, une nouvelle barre d'outils est ajoutée au-dessus de la ligne de commande.

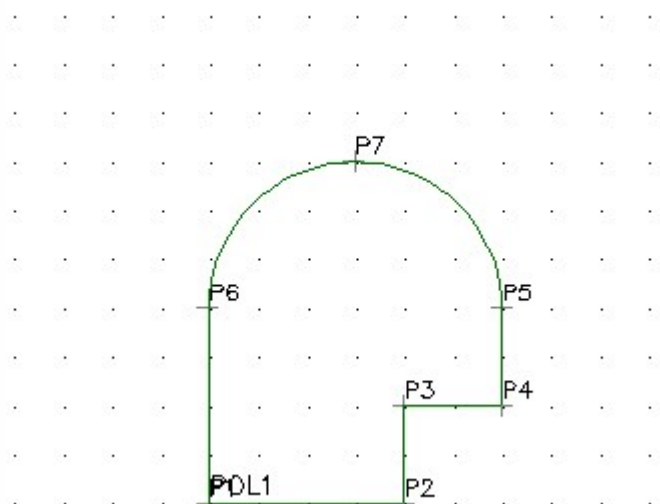


Les boutons de cette barre d'outils ont la signification suivante (de la gauche vers la droite).

Nouveau cercle – centre, rayon	Si le bouton [Nouveau cercle] est enfoncé, deux autres boutons apparaissent. Ceci est le premier des deux. L'utilisateur définit le centre et un point du cercle pour en spécifier le rayon.
Nouveau cercle – 3 points	Si le bouton [Nouveau cercle] est enfoncé, deux autres boutons apparaissent. Ceci est le second bouton. L'utilisateur introduit 3 points situés sur le cercle.
Nouveau rectangle	L'utilisateur définit deux coins opposés du rectangle.
Nouveau polygone	L'utilisateur définit les différents sommets du polygone.
Nouvelle ligne droite	La prochaine arête (segment) du polygone sera une ligne droite.
Nouvel arc de cercle	La prochaine arête (segment) du polygone sera une arc de cercle (un point intermédiaire et l'extrémité de l'arc doivent être introduits).
Nouvel arc parabolique	La prochaine arête du polygone sera de forme parabolique. Suivez la procédure pour introduire une barre parabolique .
Nouvelle bézier	La prochaine arête du polygone aura la forme d'une courbe de bézier. Suivez la procédure pour introduire une barre en forme de courbe de bézier .
Nouvelle spline	La prochaine arête aura la forme d'une courbe spline. Suivez la procédure pour introduire une barre en forme de courbe spline .
Choisir ligne	Ce bouton est utile si un nouveau polygone doit suivre le contour d'un polygone déjà introduit. L'utilisateur ne doit pas introduire une nouvelle fois tous les sommets, mais peut se contenter de sélectionner les arêtes du polygone déjà introduit. Voir l'exemple ci-dessous.
Retour	Ce bouton permet de revenir une étape en arrière dans la définition du polygone. Par exemple : Si un polygone est en train d'être défini, le dernier sommet est enlevé. Si un cercle est en train d'être défini par 3 points et que 2 points ont déjà été introduits, la fonction supprime le deuxième point du cercle mais laisse le premier point intact.

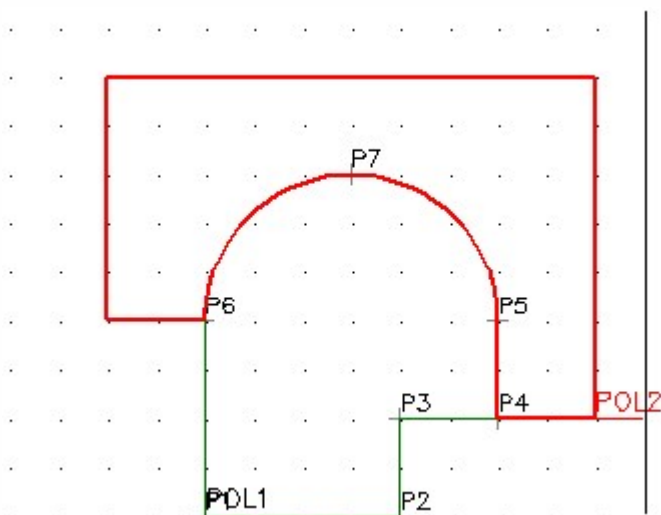
Exemple pour la fonction Ligne existante

Supposons que le polygone suivant a été introduit.



Un autre polygone doit suivre la partie circulaire du premier. La marche à suivre peut être:

1. Démarrez la fonction **Nouveau polygone**.
2. Introduisez le premier point à droite du sommet P4 du polygone existant.
3. Introduisez le second point sur le sommet P4.
4. Enfoncez le bouton [**Ligne existante**] de la barre d'outils.
5. Sélectionnez l'arête P4-P5 du premier polygone.
6. Sélectionnez l'arête P5-P7 du premier polygone.
7. Sélectionnez l'arête P7-P6 du premier polygone.
8. Enfoncez le bouton [**Nouvelle ligne droite**] de la barre d'outils.
9. Introduisez les sommets restants du nouveau polygone.



Modification du polygone

Editer le polygone de chargement

Le polygone de chargement peut être édité à tout instant après sa définition initiale. Il est possible de modifier tant (i) les [paramètres du polygone plan](#) que (ii) sa géométrie.

En ce qui concerne la géométrie du polygone, l'utilisateur peut effectuer les opérations suivantes:

- [changer la forme](#) (déplacer les sommets existants),
- [insérer un nouveau sommet](#),
- [supprimer un sommet existant](#),
- [insérer une nouvelle ouverture](#) dans le polygone,
- [supprimer une ouverture](#) du polygone,
- [supprimer le polygone](#).



Remarque : Après toute modification du polygone, le bouton **[Régénérer]** doit être enfoncé pour démarrer la ré-génération de la charge. Si l'utilisateur ne demande pas la génération de la charge manuellement, elle est effectuée automatiquement avant le calcul du projet.

Modifier les paramètres

Editer les paramètres du polygone

1. Sélectionnez le polygone.
2. Ses paramètres sont affichés dans la **Fenêtre des propriétés**.
3. Modifiez les paramètres requis.
4. Si nécessaire, utilisez le bouton **[Régénérer]** pour mettre à jour les charges (voir la remarque ci-dessous).
5. Annulez la sélection.



Remarque : Il est conseillé d'utiliser le bouton **[Régénérer]** pour lancer la régénération des charges. Si ce n'est pas fait manuellement, le calcul des charges sur les barres sera effectué automatiquement avant le calcul du projet.

Modifier la géométrie du polygone de chargement

Chaque sommet du polygone peut être déplacé. La seule limitation est que les sommets doivent rester dans le plan du polygone. Le déplacement des sommets peut se faire en utilisant le glisser-déposer.

Déplacer un sommet

1. Sélectionnez le polygone
2. Démarrez la fonction **Editer géométrie plane**:

- a. soit par le bouton d'action **Editer géométrie plane**,
- b. soit par le menu contextuel et sa fonction **Editer géométrie plane**.
3. Si le plan de travail n'est pas le plan du polygone, il y est déplacé automatiquement.
4. Les sommets du polygone sont mis en évidence.
5. Utilisez la fonction Glisser&Déposer pour déplacer le sommet à sa position désirée.
6. Fermez la fonction.
7. Si le plan de travail a été déplacé vers le plan du polygone au début de la fonction, il est remis à sa position initiale.

Insérer un nouveau sommet

Insérer un nouveau sommet

1. Sélectionnez le polygone
2. Démarrez la fonction **Editer géométrie plane**:
 - a. soit par le bouton d'action **Editer géométrie plane**,
 - b. soit par le menu contextuel et sa fonction **Editer géométrie plane**.
3. Si le plan de travail n'est pas le plan du polygone, il y est déplacé automatiquement.
4. Les sommets du polygone sont mis en évidence.
5. Démarrez la fonction **Insérer sommet**:
 - a. par le **Bouton d'action** de la **Fenêtre des propriétés**,
 - b. par le menu contextuel.
6. Sélectionnez les bords sur lesquels le ou les nouveaux sommets seront insérés. Il est possible de sélectionner plusieurs contours simultanément.
7. Appuyez sur la touche **[Echap]** pour terminer la sélection des bords.
8. Le curseur de la souris est lié aux bords sélectionnés.
9. Définissez les nouveaux points. Un mode d'accrochage adéquat peut aider en cela.
10. Fermez la fonction d'insertion.
11. Fermez la fonction d'édition de polygone.
12. Annulez la sélection (le polygone a été sélectionné lors de la première étape).

Supprimer un sommet

Supprimer un sommet

1. Sélectionnez le polygone
2. Démarrez la fonction **Editer géométrie plane**:
 - a. soit par le bouton d'action **Editer géométrie plane**,
 - b. soit par le menu contextuel et sa fonction **Editer géométrie plane**.
3. Si le plan de travail n'est pas le plan du polygone, il y est déplacé automatiquement.
4. Les sommets du polygone sont mis en évidence.

5. Démarrez la fonction **Supprimer sommet**:
 - a. par le **Bouton d'action** de la **Fenêtre des propriétés**,
 - b. par le menu contextuel.
6. Sélectionnez le ou les sommets à supprimer. Ils seront immédiatement effacés du polygone.
7. Fermez la fonction de suppression.
8. Fermez la fonction d'édition de polygone.
9. Annulez la sélection (le polygone a été sélectionné lors de la première étape).

Insérer une ouverture

Insérer une nouvelle ouverture

1. Sélectionnez le polygone
2. Démarrez la fonction **Editer géométrie plane**:
 - a. soit par le bouton d'action **Editer géométrie plane**,
 - b. soit par le menu contextuel et sa fonction **Editer géométrie plane**.
3. Si le plan de travail n'est pas le plan du polygone, il y est déplacé automatiquement.
4. Les sommets du polygone sont mis en évidence.
5. Démarrez la fonction **Insérer ouverture**:
 - a. par le **Bouton d'action** de la **Fenêtre des propriétés**,
 - b. par le menu contextuel.
6. Définissez le polygone de la nouvelle ouverture. Un mode d'accrochage adéquat peut aider en cela. L'ouverture peut croiser le polygone de départ.
7. Fermez la nouvelle ouverture.
8. Fermez la fonction d'insertion.
9. Fermez la fonction d'édition de polygone.
10. Annulez la sélection (le polygone a été sélectionné lors de la première étape).

Supprimer une ouverture

Insérer un nouveau sommet

1. Sélectionnez le polygone
2. Démarrez la fonction **Editer géométrie plane**:
 - a. soit par le bouton d'action **Editer géométrie plane**,
 - b. soit par le menu contextuel et sa fonction **Editer géométrie plane**.
3. Si le plan de travail n'est pas le plan du polygone, il y est déplacé automatiquement.
4. Les sommets polygone sont mis en évidence.
5. Démarrez la fonction **Supprimer ouverture**:

- a. par le **Bouton d'action** de la **Fenêtre des propriétés**,
 - b. par le menu contextuel.
6. Sélectionnez la ou les ouvertures à supprimer.
 7. Fermez la fonction de suppression.
 8. Fermez la fonction d'édition de polygone.
 9. Annulez la sélection (le polygone a été sélectionné lors de la première étape).

Supprimer le polygone

Supprimer un polygone

1. Sélectionnez le polygone.
2. Supprimez le polygone:
 - a. par la fonction du menu **Modifier > Supprimer**,
 - b. par la fonction du menu contextuel **Supprimer**,
 - c. par la touche **[Suppr]**.
3. Un message est affiché. Confirmez avec **[OK]**.

Zone d'eau

Introduction aux eaux stagnantes

La stagnation de l'eau de pluie est un phénomène qui se produit lors de chutes de pluies torrentielles sur de grands toits plats. L'eau coule vers le point le plus bas de la structure. Etant donné l'intensité d'une pluie torrentielle, les drains sont insuffisants pour évacuer l'eau. L'eau reste donc concentrée en un endroit et le niveau monte jusqu'au drain de sécurité. Avant cela, la structure se déforme. Suite à cette déformation, un surplus d'eau coule vers le point le plus bas (le phénomène des eaux stagnantes est aussi appelé « accumulation d'eau »), la déformation de la structure s'amplifie et l'eau continue de couler ; de ce fait, la déformation s'amplifie encore, etc.

Cette situation risque surtout de se présenter en présence d'une construction associant toits plats, structures élancées et grandes superficies de couverture.

Depuis l'effondrement d'un toit en 2002, l'accumulation d'eau est un sujet sensible aux Pays-Bas.

Charge d'eau - accumulation d'eau

Paramètres

Nom	Définit le nom de la charge pour en faciliter l'identification.
Barres sélectionnées	Indique les conditions de charge.
Direction	Définit la direction de la charge.
Capacité de stockage	Définit la capacité de la toiture.
Autres raisons	Définit un poids additionnel.
Division	Spécifie la division utilisée pour le calcul.
Nombre max d'incréments	Définit le nombre maximal d'incréments pendant le calcul.
Utiliser d'autres charges permanentes	Si cette option est activée, une autre charge permanente peut être ajoutée.
Etat	Donne l'état du calcul.

Paramètres détaillés - Points

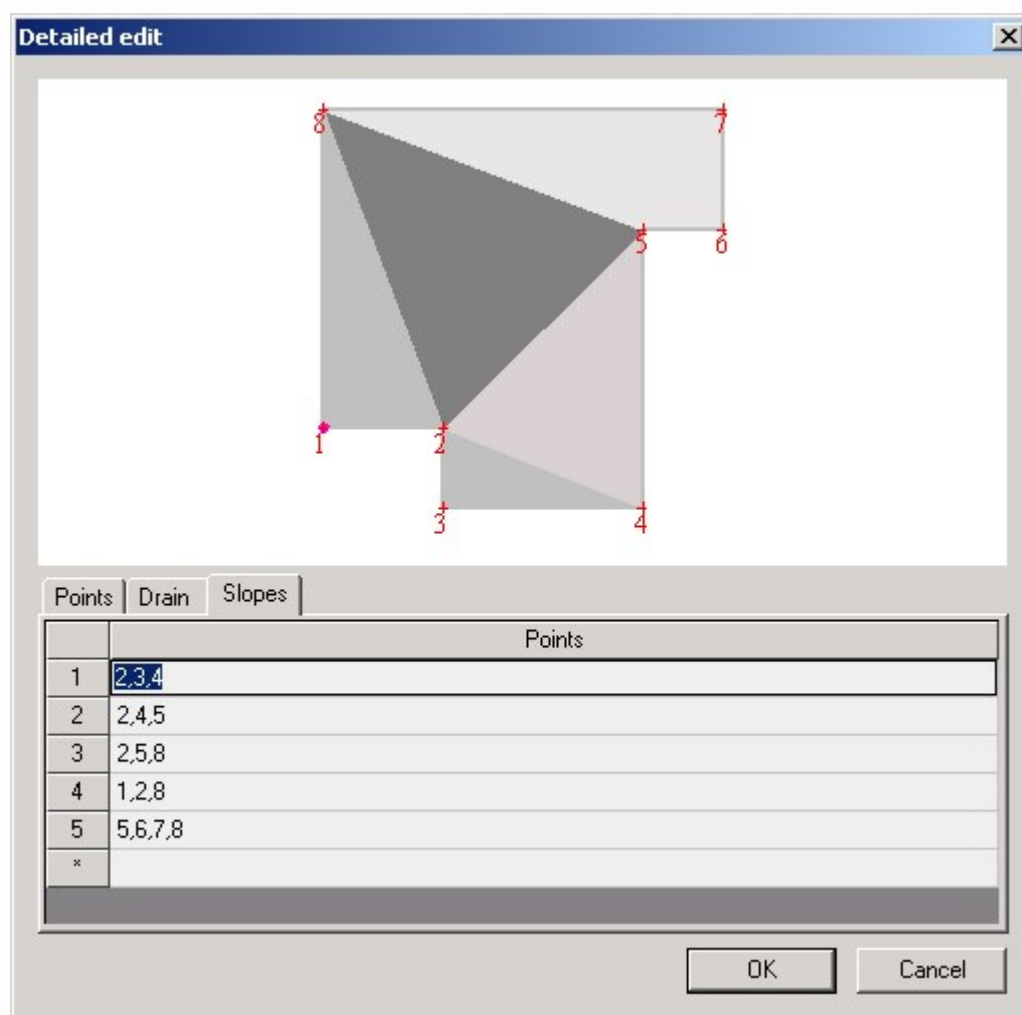
No.	Génère automatiquement le numéro du sommet.
X, Y	Coordonnées du sommet du polygone de chargement.
Hauteur	Type de définition de la hauteur d'eau. Personnalisé : La hauteur est définie manuellement. Point : La hauteur est calculée à partir de la valeur à différents points suivant une pente donnée. Calculer : La hauteur est calculée à partir des pentes définies.
H	Définit la hauteur d'eau.
Point	Seulement si Point est défini pour Hauteur : définit le point à partir duquel la hauteur est calculée.
Pente	Seulement si Point est défini pour Hauteur : définit la pente à partir du point sélectionné.

Paramètres détaillés - Drains

Point	Nombre de points.
Position	Position du drain.
hdn	Profondeur du drain de secours au-dessus du toit ou le niveau supérieur du toit en m.
A	Surface du toit (projection verticale plane) drainant avec un drain de secours, en m ²
b	Largeur du drain.

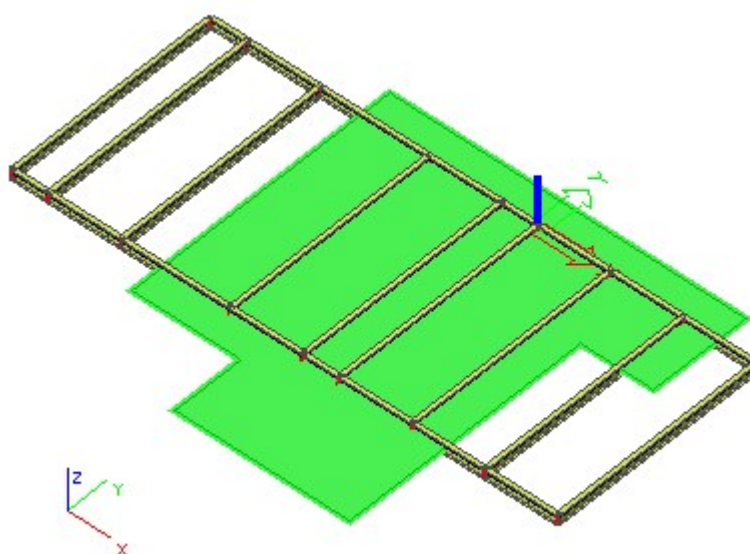
Paramètres détaillés - Pentes

L'utilisateur peut définir des sous-régions qu'il estime planes. Il suffit de définir la hauteur de trois points. Les autres points sont calculés. En cas de conflit, la surface n'est pas admise.



Exemple

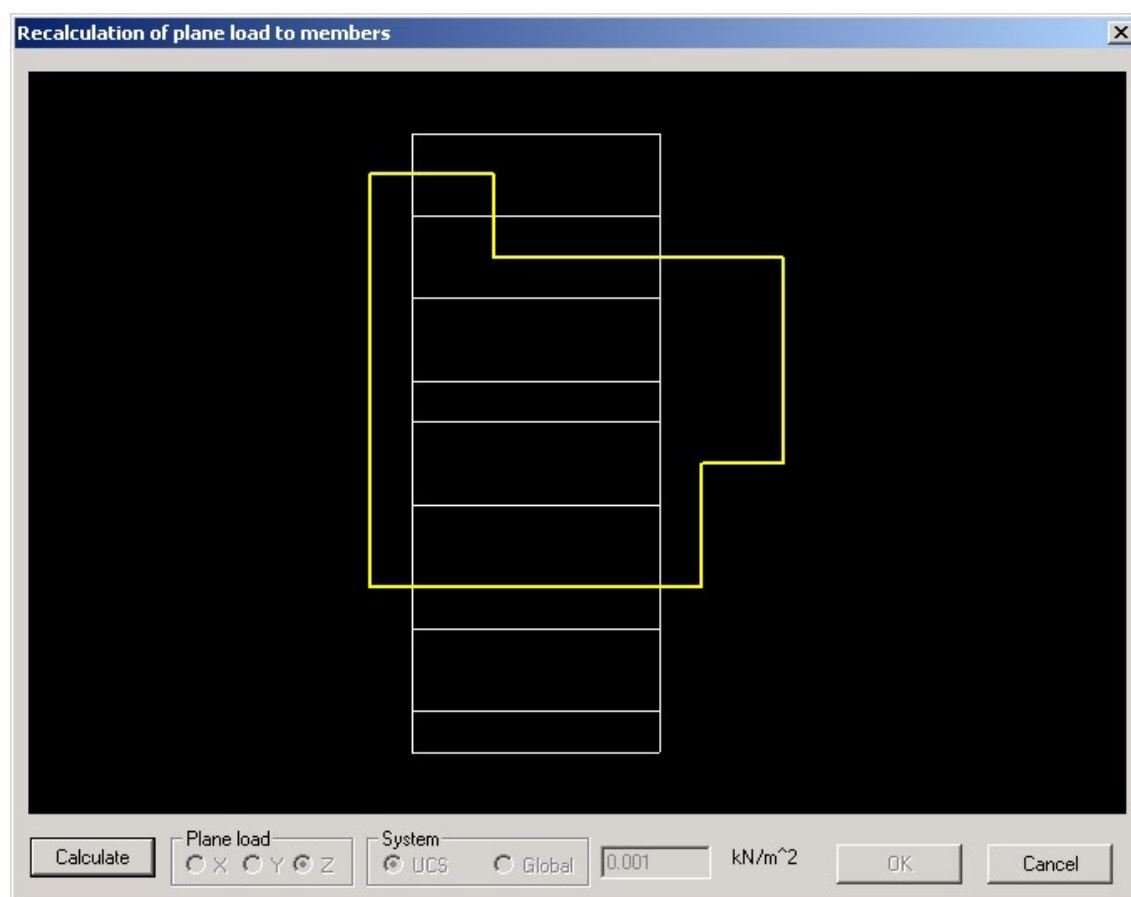
Lorsqu'elle a été définie dans le modèle, la charge d'eau stagnante se présente comme suit :



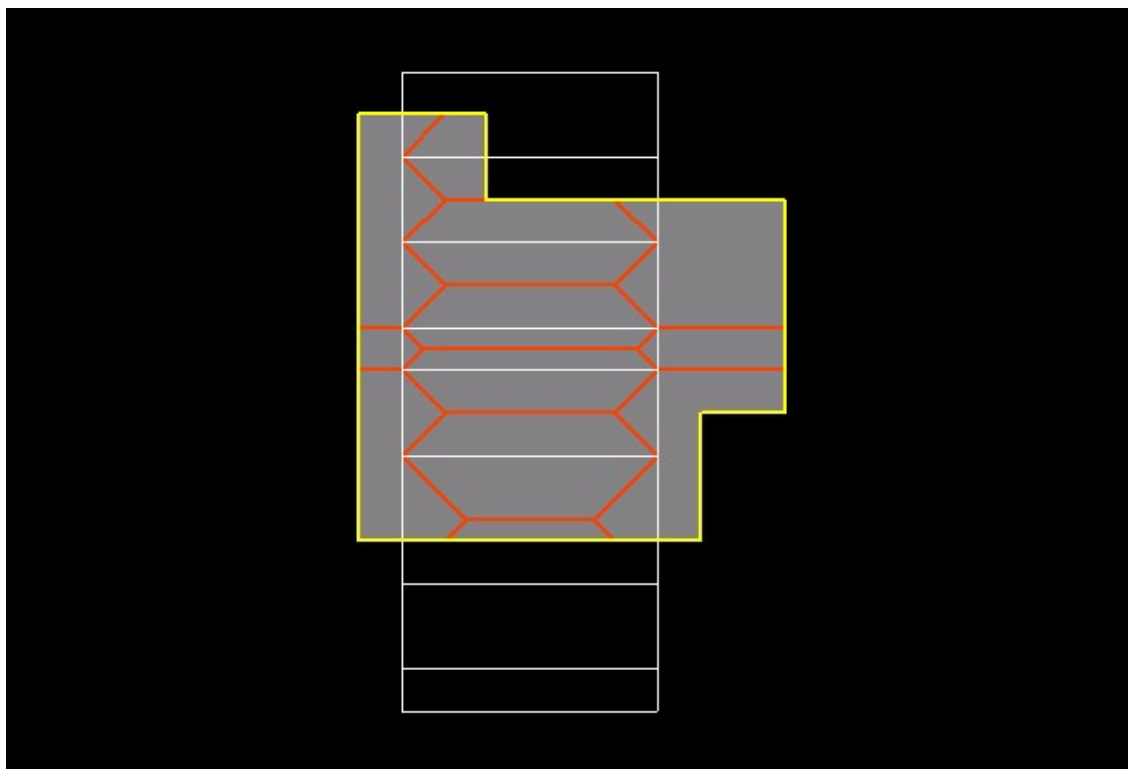
Définition d'une nouvelle charge d'eaux stagnantes

Pour définir une nouvelle charge d'eaux stagnantes :

1. Ouvrez la fonction **Charge d'eau > Accumulation d'eau** via le menu **Charges** ou via le menu **Arbre > Charges**.
2. Spécifiez les [paramètres](#) de la charge et sa taille.
3. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
4. Définissez la zone où l'eau pourrait stagner.
5. Cliquez sur **Générer les charges** dans la fenêtre **Propriétés**. La boîte de dialogue du générateur s'affiche.



6. Cliquez sur le bouton **Calculer** pour générer la charge sur les barres.



7. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
8. Fermez la fonction.



Remarque : La zone de chargement peut être modifiée ultérieurement. La procédure pour modifier une zone de chargement est similaire à la modification d'un polygone de chargement dans le [Générateur de charges surfaciques](#).



Remarque : Une charge d'eaux stagnantes est TOUJOURS définie pour une charge variable.

Fondements théoriques

Références

NEN6702 – Charges et déformation : 2001

Théorie

NEN6702, Art. 8.7.1.1

Les eaux stagnantes ont un effet local. Il faut donc considérer la charge comme une charge libre et tenir compte d'une combinaison en damier.

NEN6702, Art. 8.7.1.4

Les flèches doivent être calculées dans la situation finale, correspondant aux flèches totales moins la pré-cambrure. La charge de départ pour les eaux stagnantes est déterminée comme suit :

$$P_{i;rep(x)} = (d_{hw}(x) + d_{(i-1)}(x)) \cdot \gamma_{rep}$$

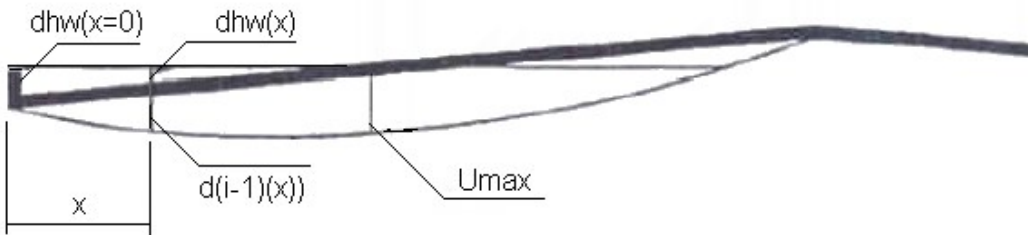
où

$P_{i;rep}(x)$	la charge de l'étape de calcul i en kN/m ²
$d_{(i-1)}(x)$	la profondeur de l'eau accumulée par suite de la flèche du toit à l'itération (i-1) et à l'emplacement (x), en m.
$d_{hw}(x)$	la profondeur de l'eau au dessus de la zone non déformée du toit (cf. art. 8.7.1.5).

NEN6702, Art. 8.7.1.5

$$d_{hw}(x=0) = d_{nd} + h_{nd}$$

$d_{hw}(x)$	la valeur numérique de la profondeur d'eau au niveau supérieur du toit ou du drain de secours.
d_{nd}	la valeur numérique de la profondeur d'eau au dessus du drain, en m.
h_{nd}	la profondeur du drain de secours au dessus du toit ou le niveau supérieur du toit, en m. $h_{nd} = 0.001 \cdot \psi_t \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{A}{b}\right)^2}$
ψ_t	le facteur de correction pour la période de référence
A	la surface du toit (projection verticale plane) drainant avec un drain de secours, en m ²
b	la largeur du drain
γ_{rep}	le poids de l'eau $\gamma_{rep} = 10 \text{ kN/m}^3$

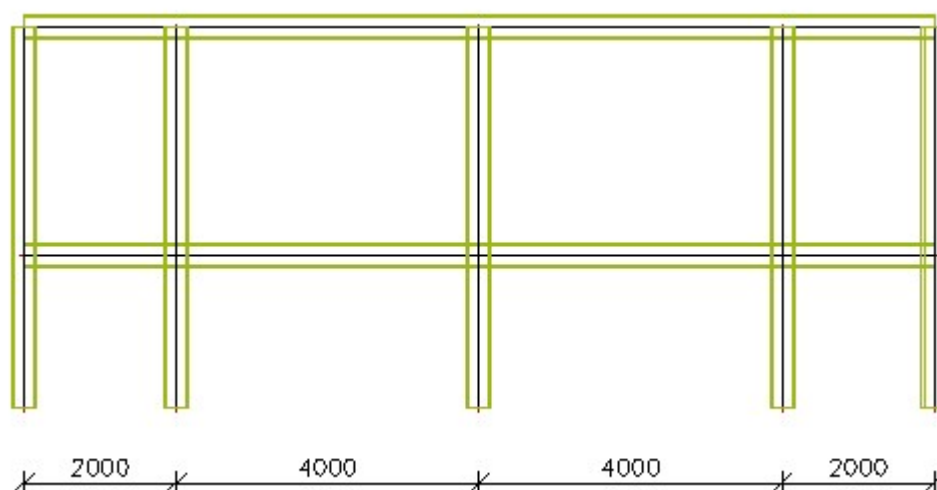


Charges par travées

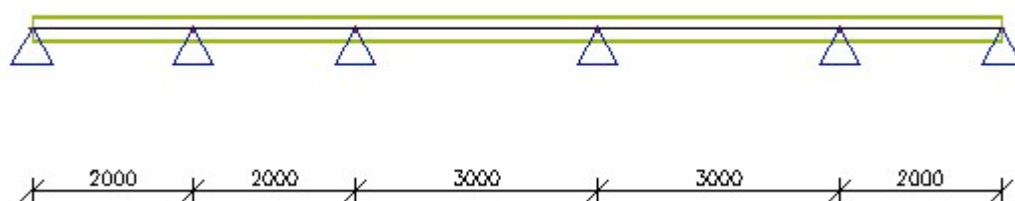
Introduction

Il arrive fréquemment qu'une poutre comporte plusieurs travées. Une poutre continue et un portique multi-travées en sont des exemples courants.

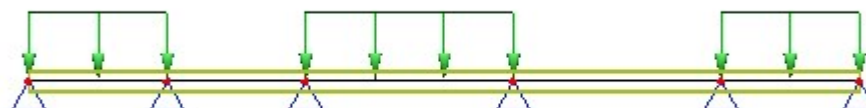
Le portique ci-dessous comporte quatre travées de 2 m, 4 m, 4 m, et 2 m, respectivement.



L'image suivante montre une poutre continue à 5 travées.



Quand une telle structure doit être conçue, il est utile de pouvoir définir une charge agissant sur une seule travée (voir la figure suivante).



Scia Engineer permet à l'utilisateur de le faire sans aucune difficulté. Il suffit à l'utilisateur de définir le « domaine » de la charge. Ce paramètre peut être précisé lors de la définition d'un nouveau cas de charge et peut donc aussi être modifié pour

les charges existantes. La procédure standard présentée dans le chapitre de l'aide **Charges > Modifier une charge existante** > [Changer les paramètres de la charge](#) peut être utilisée.

L'application de « charges par travées » elle-même est simple et ne demande aucune étape préliminaire. Elle est même possible au niveau **Standard** de l'interface utilisateur.

Qu'est-ce qu'une travée

Qu'est-ce qu'une travée?

Avant tout, il est important de définir précisément ce que couvre le terme « travée ». Dans la terminologie Scia Engineer, sa signification est la suivante:

- Si une barre est définie comme une polygline, une travée est un segment entre deux noeuds consécutifs,
- Si un noeud lié (ou plusieurs) est défini sur une barre, une travée est soit (i) un segment entre deux noeuds liés consécutifs, soit (ii) entre un noeud lié et l'extrémité voisine de la barre,
- Une combinaison des deux précédentes options.



Remarque : Un noeud lié ne doit pas être une véritable connexion entre deux barres. Il est possible de définir un noeud lié n'importe où sur une barre sans qu'il soit attaché à une autre barre.

Qu'est-ce qui n'est PAS une travée?

En vue d'éviter de malentendus, il peut être utile de spécifier ce qui ne constitue PAS une travée :

- La travée n'est pas un segment entre un noeud (qu'il soit d'extrémité ou lié) et un lien transversal.
- La travée n'est pas un segment entre deux intersections de barres si aucun noeud lié n'a été défini à ces intersections.
- La travée n'est pas un segment entre un noeud (d'extrémité ou lié) et un appui-sur-barre. Elle n'est pas non plus le segment entre deux appuis-sur-barre.
- La portée n'est pas un segment entre deux noeuds d'extrémités si plusieurs barres sont alignées et se touchent à leurs extrémités. Dans ce cas, chaque « segment » est une barre complète. Aucune travée n'est définie sur une telle structure.

Types de travées

Travées définies par une polygline

Pour obtenir des travées définies au moyen d'une polygline, la procédure suivante doit être respectée lors de la définition d'une nouvelle barre.

Définition de travées par une polyligne

1. Démarrez la fonction **Structure > Dessiner une barre**.
2. Définissez les paramètres de la barre dans le dialogue des propriétés.
3. Ne définissez PAS le point de départ de la barre. D'abord, cliquez sur le bouton **[Nouvelle polyligne]** () sur la barre d'outils située juste au-dessus de la ligne de commande.
4. Maintenant, vous pouvez définir le point de départ.
5. Continuez avec les noeuds intermédiaires de la polyligne.
6. Définissez le dernier point de la polyligne, c'est-à-dire l'extrémité de la barre.
7. Fermez la fonction.
8. La nouvelle barre comporte maintenant plusieurs segments. Chacun de ces segments représente une travée.

Les images suivantes illustrent la procédure décrite ci-dessus et son application.

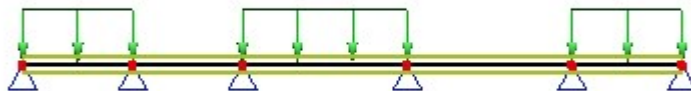
D'abord, la polyligne est définie.



Puis, quand la fonction **Dessiner une barre** est fermée, une barre est créée (automatiquement) sur la polyligne.



Enfin, les charges par travées peuvent être définies sur les différentes travées.



Travées définies par des noeuds liés

Cette approche est appropriée si:

- La répartition spatiale des barres de la structure est telle que les travées sont définies par la connexion de barres.
- La nécessité des charges par travées apparaît alors que la conception est déjà bien avancée et que les barres ont été définies sans que [l'approche polyligne](#) ne soit utilisée.

La procédure à utiliser va dépendre de laquelle des deux situations ci-dessus est d'application.

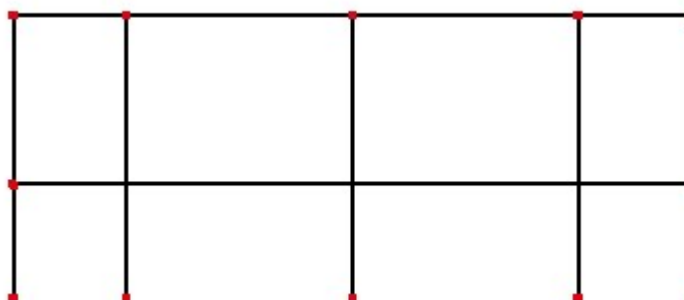
Définition des travées selon la répartition spatiale des barres

Définition de travées selon la répartition spatiale des barres

1. Sélectionnez les barres qui doivent être connectées.
2. Appelez la fonction **Modifier > Connecter les noeuds aux barres**
3. Les noeuds liés sont créés aux contacts des barres.

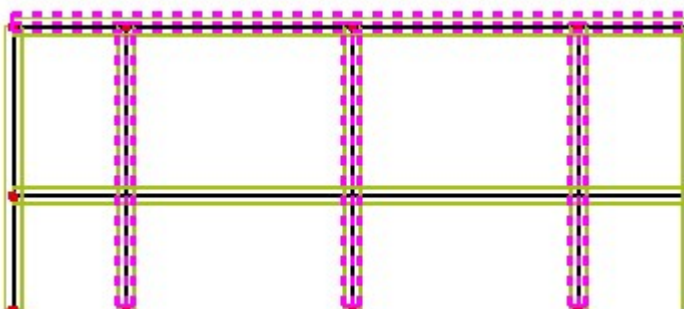
Exemple

Supposons un simple portique 2D.



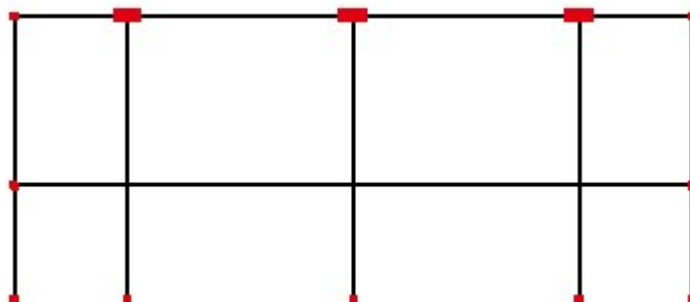
La poutre horizontale couvrant toutes les travées du portique n'est pas encore connectée aux poteaux.

Pour ce faire, sélectionnez la poutre horizontale du dessus et les poteaux intérieurs. (La surface des barres est montrée sur cette image pour plus de clarté)



Appelez la fonction **Modifier > Connecter les noeuds aux barres** Ou, si vous le préférez, vous pouvez utiliser le bouton

du même nom de la barre d'outils () **Manipulations géométriques**. Des nouveaux noeuds liés sont créés aux points aux les poteaux touchent la poutre.



Une vue plus détaillée montre les symboles graphiques utilisés pour indiquer un noeud lié.



Définition de travées sur de simples barres

Ici encore, la procédure est simple. L'utilisateur définit manuellement les nouveaux noeuds liés aux points désirés pour créer les travées.

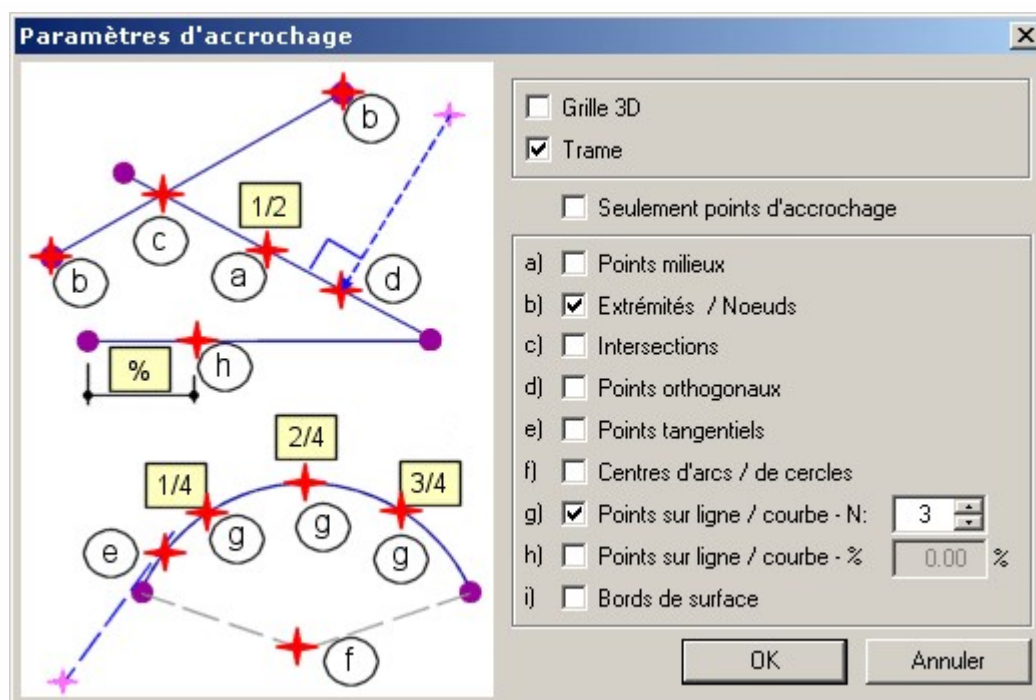
Définition de travées sur des barres simples

1. Appelez la fonction **Noeud sur barre**:
 - a. Soit par le menu **Arborescence > Structure > Noeud sur barre**,
 - b. Soit par l'arbre **Structure > Noeud sur barre**.
2. Sélectionnez la barre sur laquelle le nouveau noeud lié doit être créé.
3. Définissez la position du nouveau noeud lié.
4. Le noeud lié est créé.
5. Vous pouvez répéter la procédure autant de fois que nécessaire.

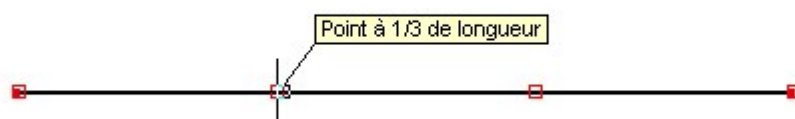
Exemple

Prenons une simple poutre.

Supposons qu'il faille « diviser » cette poutre en trois segments, c'est-à-dire avec trois travées. Définissez le mode d'accrochage comme sur la figure. L'option **Points sur ligne / courbe - N** doit être sur **3**.



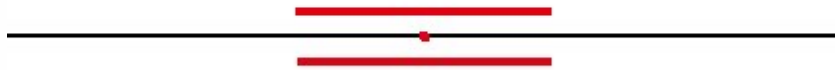
Appeler la fonction **Noeud sur barre**, sélectionnez la poutre et choisissez la position du premier noeud lié.



Faites de même pour le deuxième point.



Une vue plus détaillée montre les symboles graphiques utilisés pour indiquer un nœud lié.



Utilisation pratique

Définir une nouvelle charge par travée

La procédure générale pour la définition d'une nouvelle charge s'appliquant sur une travée est la même que celle pour les charges couvrant toute la barre. La seule différence réside dans le paramètre **Domaine** qui doit valoir **travée**.

Le même principe est d'application pour tous les types de charges s'appliquant à des barres:

- Charge concentrée,
- Charge répartie
- Température sur une barre,
- Moment concentré,
- Moment réparti,
- Déplacement ponctuel – déplacement relatif,
- Déplacement ponctuel – rotation relative,
- Déformation répartie – déformation axiale,
- Déformation répartie – rotation répartie.

La procédure sera exposée dans le cas d'une **charge répartie** uniquement. Des exemples seront donnés pour plusieurs types de charges.

Définition d'une charge par travée

1. Ouvrez la fonction **Charge répartie** dans le service **Charges** de l'arbre ou par la fonction du menu **Arborescence > Charges**.
2. Spécifiez les paramètres de la charge et sa taille.

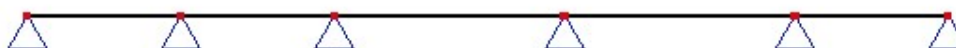
3. Mettez le paramètre **Domaine** sur **travée**.
4. Entrez les points de début et de fin de la charge sur la barre.
5. Confirmez les paramètres en cliquant sur **OK**.
6. Sélectionnez les barres sur lesquelles la charge doit agir.
7. Fermez la fonction.

Exemple

Supposons une poutre continue à cinq travées. Si cette poutre est soumise à trois charges différentes :

- Une charge répartie couvrant toute la première travée,
- Une charge thermique agissant du quart de la troisième travée aux trois quarts de la même travée.
- Un moment concentré appliqué au milieu de la dernière (= 5^{ème}) travée.

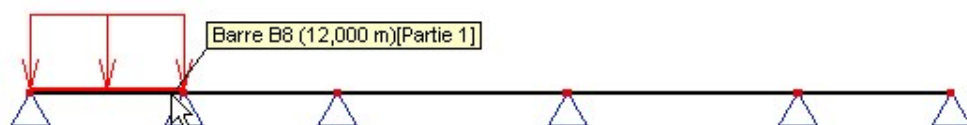
La poutre en question est représentée dans la figure ci-dessous.



Nous allons commencer par introduire la charge répartie sur la première travée. Appelez la fonction **Charge répartie** et remplissez les champs comme sur la figure. N'oubliez pas de mettre le champ **Domaine** sur **travée**.

Nom	LF1
Direction	Z
Type	Force
Angle [deg]	
Distribution	Uniforme
Valeur - P [kN/m]	-1,00
Semelle inférieure	☐
Géométrie	
Système	SCL
Position	Longueur
Domaine	travée
Position x1	0,000
Position x2	1,000
Définition de coord.	Rela
Origine	Depuis le départ
Excentricité	
Excentricité ez [m]	0,000

Confirmez, puis sélectionnez la première travée de la poutre.

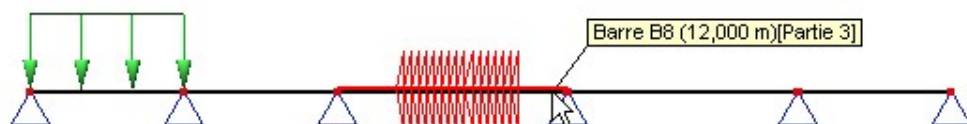


La charge y est introduite.

Maintenant, nous allons définir la charge thermique. Cette charge n'agit que sur une partie de la travée. Appelez la fonction **Température – sur barre**. Remplissez les champs du tableau comme indiqué ci-dessous. A nouveau, mettez le champ **Domaine** sur **travée**.

Nom	LT3
Distribution	Constante
Delta [K]	0,20
☒ Géométrie	
Domaine	travée
Position x1	0,250
Position x2	0,750
Définition de coord.	Rela
Origine	Depuis le départ

Confirmez, et sélectionnez la troisième travée de la poutre. La charge est introduite en conséquence.



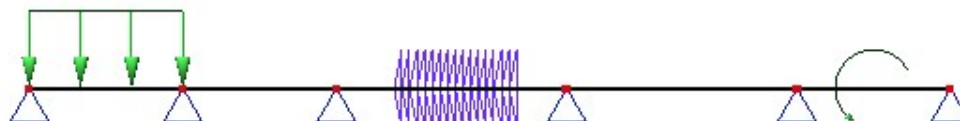
Pour finir, il nous faut définir le moment concentré appliqué au milieu de la dernière travée. Appelez la fonction **Moment > sur barre** et remplissez les champs comme ci-dessous.

Nom	M2
Direction	My
Type	Moment
Valeur - M [kNm]	-1,00
Géométrie	
Domaine	travée
Système	SCG
Position x	0,500
Définition de coord.	Rela
Origine	Depuis le départ
Répéter (n)	1

Confirmez, et sélectionnez la travée la plus à droite de la poutre. Le moment a été correctement appliqué.



En résultat final, la poutre est bien soumise aux trois charges.



Changer la travée d'une charge

Lorsqu'une charge par travée est définie, elle est stockée comme une charge classique. Dès lors, elle peut être manipulée comme les autres types de charges.

Pour déplacer une charge par travée, consultez le chapitre **Charges > Modifier les charges existantes > Déplacer les charges**.

Modifier la longueur de la travée

Si la longueur d'une travée est modifiée, le résultat va dépendre de la définition des coordonnées de la charge y étant appliquée. Il peut arriver que des mesures spéciales doivent être prises.

L'effet de la modification de la longueur d'une travée dépend de la définition des coordonnées de la charge (relative ou absolue). Si la charge a été définie en coordonnées relatives, tout se passe sans ambiguïté et l'utilisateur n'a pas à s'en soucier.

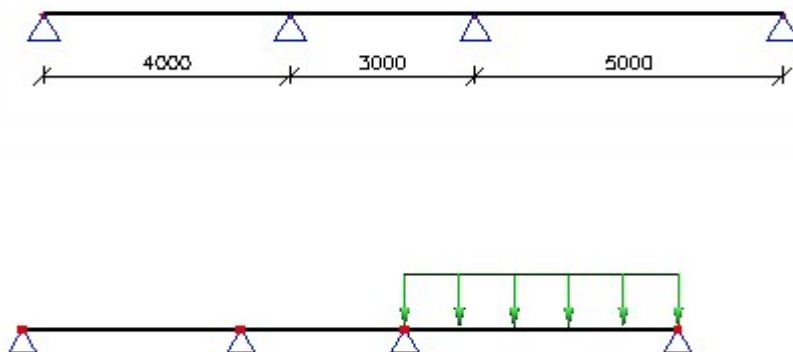
D'un autre côté, si la charge par travée est définie en coordonnées absolues, l'utilisateur doit être prudent.

Si la travée en question est allongée, aucune mesure ne doit être prise. La charge peut être placée sur la travée sans aucune correction.

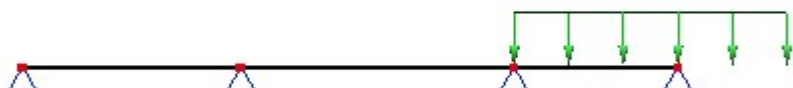
Toutefois, si la travée est raccourcie, et devient plus courte que le domaine absolu d'action de la charge, cette dernière doit être corrigée pour s'adapter à la nouvelle longueur de la travée.

Nous allons expliquer le problème sur un exemple simple.

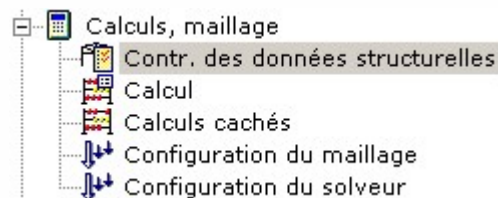
Supposons une poutre continue à trois travées, soumise à une charge uniformément répartie sur la travée la plus à droite.



La longueur de la travée chargée est de 5 mètres. Déplaçons le noeud à gauche de cette travée pour la réduire à 3 mètres seulement. La charge est définie en coordonnées absolues (c'est-à-dire qu'elle va de l'abscisse 0,000 à l'abscisse 5,000), et « déborde » donc de la travée raccourcie.



Pour diverses raisons, une vérification et une correction automatique de cette situation n'est pas faite, et c'est à l'utilisateur de prendre les mesures correctrices. Pour cela, il suffit d'utiliser la fonction **Calculs, maillage > Contr. des données structurelles** pour corriger toutes les données erronées éventuelles.



Lors de l'ouverture de cette fonction, un dialogue apparaît à l'écran. Dans notre cas, nous devons nous assurer que l'option **Contrôle des données additionnelles** soit cochée.

Contrôle des données additionnelles

☒ Contrôle de la position des données additionnelles

Position incorrecte

☒ Corriger position

Cliquez sur le bouton **[Contrôle]** pour démarrer la procédure de vérification. Si une erreur a été trouvée, le dialogue vous offre la possibilité de procéder à leur correction. Avant de cliquer sur **[Continuer]**, assurez-vous que l'option **Corriger position** soit sélectionnée.

Contrôle des données additionnelles

☒ Contrôle de la position des données additionnelles

Position incorrecte

☒ Corriger position

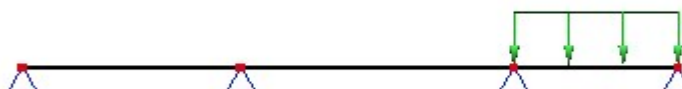
Le programme vous informe alors du nombre de corrections effectuées sur les données de votre projet.

Rapport du contrôle de données

1 positions de données additionnelles ont été corrigées.

OK

On peut constater à l'écran que la charge a été corrigée de manière appropriée.



Remarque : Si l'utilisateur ne lance pas lui-même le contrôle des données, la situation n'est pas perdue pour autant. Scia Engineer effectue une vérification automatique avant de démarrer le calcul. Les données sont donc vérifiées et corrigées le cas échéant avant tout calcul.

Copier la charge par travée vers une autre barre

Des charges définies par travées peuvent être copiées vers d'autres barres. La procédure est la même que celle utilisée pour copier une charge standard.

Copie d'une charge agissant par travée

1. Sélectionnez la charge par travée à copier.
2. Appelez la fonction du menu **Modifier > Copier données additionnelles**.
3. Sélectionnez la barre vers laquelle la charge doit être copiée. Il est possible de sélectionner plusieurs barres

simultanément.

4. Fermez la fonction.
5. La charge est copiée.

Copier des barres soumises r des charges par travées

Comme dans le cas de charge ordinaires, il est possible de copier une barre avec toutes les charges par travées y étant appliquées vers un nouvel emplacement. Evidemment, toutes les autres données additionnelles peuvent aussi être copiées.

Copier une barre avec ses charges

1. Sélectionnez la barre et la charge à copier. Si vous sélectionnez d'autres données additionnelles (appuis, ...), elles seront aussi copiées.
2. Démarrez la fonction **Modifier > Copie**.
3. Définissez le déplacement au moyen du **Point de départ** et du **Point d'arrivée**.
4. Fermez la fonction.
5. Les entités sélectionnées sont copiées.

Charges prédéfinies

Introduction aux charges prédéfinies

La possibilité de définir des charges prédéfinies est utile lorsque la charge de la structure analysée peut, par exemple, être évaluée à partir de la composition du plancher ou de toute autre partie de la construction. La charge réelle est alors définie par :

- une sélection de l'ensemble de charge prédéfinie et
- la définition de la largeur ou de la zone de chargement.

Gestionnaire de charges prédéfinies

Les **charges prédéfinies** peuvent être définies et modifiées dans le **Gestionnaire de charges prédéfinies**. Ce gestionnaire est un des nombreux [gestionnaires de base de données](#) de Scia Engineer. Son [fonctionnement et sa présentation](#) sont analogues aux autres gestionnaires de base de données.

Dans le **Gestionnaire de charges prédéfinies**, l'utilisateur peut :

- définir une nouvelle charge prédéfinie,
- modifier une charge prédéfinie,
- copier une charge prédéfinie,
- supprimer une charge prédéfinie,
- enregistrer une charge prédéfinie dans un fichier externe.

Le **Gestionnaire de charges prédéfinies** peut être appelé via :

- la fonction de l'arborescence **Bibliothèque > Charges prédéfinies**,
- la fonction du menu **Bibliothèques > Charges prédéfinies**.

Définition d'une nouvelle charge prédéfinie

Pour définir une nouvelle charge prédéfinie

1. Ouvrez le [Gestionnaire de charge prédéfinie](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau** pour insérer une nouvelle charge prédéfinie.
3. Une nouvelle charge prédéfinie est ajoutée dans la liste.
4. Sélectionnez la nouvelle charge prédéfinie.
5. Cliquez sur le bouton **Editer** pour ouvrir la boîte de dialogue d'[édition](#).
6. Dans la boîte de dialogue d'édition, définissez les paramètres de chaque couche.
7. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
8. Répétez les étapes 2 à 7 autant de fois que nécessaire.
9. Fermez le gestionnaire.

Remarque : Si le gestionnaire est ouvert pour la première fois et qu'aucune charge prédéfinie n'a été définie auparavant, l'étape 2 est automatique.

Modification de la charge prédéfinie

La **charge prédéfinie** est définie à partir des couches qui la composent.

La **charge prédéfinie** peut être définie via une seule boîte de dialogue.

	Nom	h [mm]	Charge unitaire [kg/m³]
1	béton	50,00	2500,00
2	mortier	20,00	2000,00
3	graviers	250,00	1000,00
*		0,00	0,00

Nom: Charge totale: kN/m²

OK Annuler

Nouveau Editer Supprim. Fermer

L'utilisateur introduit les paramètres appropriés des différentes couches.

Nom	Identifie la couche.
Hauteur	Spécifie la hauteur de la couche.
Charge unitaire	Spécifie le poids unitaire (densité) de la couche.
Nom de la charge prédéfinie	Un nom peut être attribué à une charge pour l'identifier facilement dans le projet.

Le poids total d'un mètre carré de la charge prédéfinie est calculé automatiquement.

La charge peut être utilisée ultérieurement pour définir une charge [répartie](#) ou [ponctuelle](#) avec la largeur ou la zone de chargement.

Application de la charge prédéfinie

Pour appliquer une charge prédéfinie

1. Suivez la procédure standard pour la définition d'une charge [répartie](#) ou [ponctuelle](#).
2. Le paramètre **Type** doit être défini comme **Charge prédéfinie**.

Nom	LF3
Direction	Z
Type	Charge prédéfinie
Angle [deg]	
Distribution	Uniforme
Largeur efficace [m]	2,000
Valeur - P [kN/m]	8,14
Valeur - P2 [kN/m]	8,14
Charge prédéfinie	PL1
Barre	B2
Cas de charge	LC2
+ Géométrie	
+ Excentricité	

3. Un nouvel élément apparaît dans la table des propriétés.
4. Utilisez cet élément pour sélectionner la charge prédéfinie requise.
5. Terminez la procédure standard de définition d'une charge répartie ou ponctuelle.

Conventions de saisie et d'affichage pour les charges prédéfinies

Lors de l'application d'une charge prédéfinie, la valeur réelle de la charge n'est pas définie explicitement par une valeur unique, mais résulte d'un calcul basé sur d'autres données introduites.

Ceci peut donner lieu à discussion quant à la valeur à afficher. S'agit-il :

- des données introduites ?
- de la valeur finale calculée ?

Scia Engineer applique un compromis et permet à l'utilisateur de sélectionner les valeurs à afficher.

Dessin à l'écran

L'ajustement peut être réalisé en définissant des [Paramètres d'affichage](#) appropriés. L'onglet **Etiquettes et descriptions** contient les groupes de charges :

Afficher l'étiquette	Permet de spécifier l'affichage ou le masquage de l'étiquette de la charge.
Nom	Affiche le nom de la charge.
Valeur	Affiche la valeur de la charge (voir la remarque ci-dessous).
Valeur totale	Affiche la valeur totale de la charge (voir la remarque ci-dessous).

Remarque : Les éléments **Valeur** et **Valeur totale** sont significatifs pour des charges non définies directement par un effort ou un moment mais par un générateur de vent ou de charge, ou encore, comme **charge prédéfinie**. Pour ces charges, Scia Engineer peut afficher deux types de données différents : premièrement, la valeur introduite (ex. la largeur efficace) peut être affichée en tant que valeur ; deuxièmement, le système peut afficher la charge calculée par mètre de longueur (ex. la valeur totale).

Boîte de dialogue Propriétés

Les dimensions de la boîte de dialogue Propriétés permettent d'afficher à la fois la largeur efficace de la charge et l'intensité calculée (voir la valeur P).

Comme l'intensité est calculée à partir de la largeur efficace, cette donnée n'est pas modifiable.

Nom	LF1
Direction	Z
Type	Charge prédéfinie
Angle [deg]	
Distribution	Uniforme
Largeur efficace [m]	-2,000
Valeur - P [kN/m]	-0,04
Valeur - P2 [kN/m]	-0,04
Charge prédéfinie	PL1
Semelle inférieure	☐
Barre	B2
Cas de charge	V1
Géométrie	
Excentricité	

Fenêtre d'aperçu

La fenêtre d'aperçu affiche toutes les informations disponibles pour la charge définie.

La valeur calculée de l'intensité est affichée dans la colonne P. La largeur efficace (donnée saisie) est présentée dans la colonne W.

1. Charge répartie								
Nom	Type	Dir	P1 [kN/m]	W1 [m]	x1 [m]	Coor	Orig	Charge prédéfinie
	Système	Distribution	P2 [kN/m]	W2 [m]	x2 [m]	Pos	Angle [deg]	Coeff. de gravité
LF1	Charge prédéfinie	Z	-0,40	-2,000	0,000	Abso	Depuis le départ	PL1
	SCL	Uniforme	-0,40	-2,000	4,000	Longueur		
LF2	Charge prédéfinie	Z	-0,40	-2,000	0,000	Abso	Depuis le départ	PL1
	SCL	Uniforme	-0,40	-2,000	4,000	Longueur		

Calcul

Bien entendu, le calcul prend en compte l'intensité précalculée de la charge en tant que valeur de charge appliquée.

Convention de signe

Bien que cela puisse sembler déroutant au premier abord, la convention de signe utilisée pour les charges prédéfinies est basée sur la même logique que pour les autres types de charges.



Une charge positive agit dans la direction de l'axe considéré.



Une charge négative agit dans la direction opposée à l'axe considéré.

Il peut paraître étonnant que les charges orientées vers le bas (le poids de l'ensemble des charges prédéfinies disposées en « sandwich ») doivent être définies comme étant négatives pour agir effectivement vers le bas. Il convient donc de donner une valeur négative à la largeur efficace. D'un autre côté, considérez un graphique montrant des charges de plusieurs types. Selon la convention utilisée, toutes les charges agissent dans la même direction lorsqu'elles ont le même signe, indépendamment de leur type.

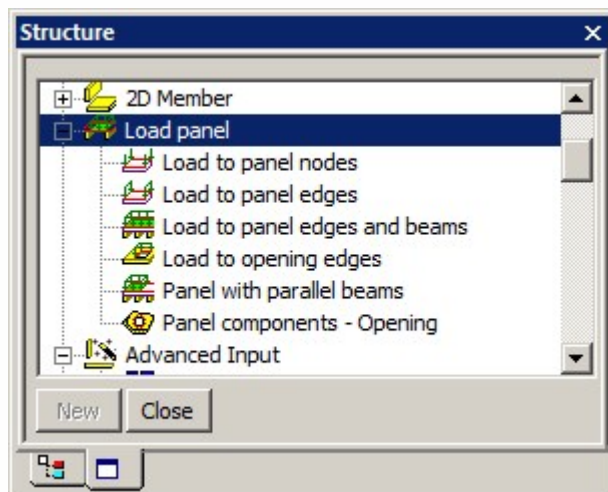
Panneaux de charge

Types de panneaux

Scia Engineer propose deux types de panneaux de base. Leur fonction est de répartir la charge appliquée (de surface). Ces panneaux ne sont pas des parties porteuses de la structure. Il peut s'agir, par ex., d'une partie en verre d'une structure ou d'une tôle fine recouvrant une halle en acier.

Un des deux types de panneau répartit la charge uniquement sur les poutres parallèles. L'autre type de panneau possède trois sous-types et peut répartir la charge sur les nœuds, les bords et les poutres du panneau dans différentes directions.

La saisie de tous les panneaux se fait à partir du service Structure dans le groupe Load panel (Panneau de charge). Un panneau est nécessairement plat et sa définition est la même que celle des dalles. Les panneaux répartissent la charge de surface, la charge de surface libre, la charge linéaire libre et la force ponctuelle libre.



Il est aussi possible de pratiquer une ouverture dans un panneau de charge.

Pour doter le panneau de poutres parallèles, utiliser la fonction 2D member (Elément 2D) – Components (Composants) – Opening or Load panel (Ouverture ou Panneau de charge) – Load to opening edges (Charge appliquée aux bords du panneau) et décocher l'option Panel (Panneau). Pour les autres panneaux, utiliser une fonction de Load panel – Panel components – Opening (Panneau de charge – Composants du panneau – Ouverture).

Répartition de la charge sur les nœuds, les bords et les poutres du panneau

Chaque sous-type du panneau possède une fonction particulière d'entrée ; le type peut cependant être modifié dans la boîte de dialogue de propriétés du panneau.

Propriétés courantes :

Load transfer direction (Direction du transfert de charge)

- X (panneau SCL) : la charge est répartie sur les nœuds, les bords et les poutres perpendiculaires à l'axe local x
- Y (panneau SCL) : la charge est répartie sur les nœuds, les bords et les poutres perpendiculaires à l'axe local x
- all (LCS panel) (tous (panneau SCL)) : la charge est répartie sur tous les nœuds, les bords et les poutres

Swap orientation (Inverser l'orientation)

- concept explicite (même chose que pour la dalle standard)

LCS Angle [deg] (Angle du SCL [deg])

- concept explicite (même chose que pour la dalle standard)

Layer (Calque)

- concept explicite (même chose que pour la dalle standard)

Selection of entities (Sélection des entités)

- All (Tous) : tous les nœuds ou bords du panneau qui sont supportés et les poutres qui se trouvent sur le plan du panneau sont sélectionnés pour la génération de la charge

- User selection (Choix de l'utilisateur) : seuls les nœuds ou bords du panneau sélectionnés et qui sont supportés et les poutres qui se trouvent sur un plan du panneau sont sélectionnés pour la génération de la charge

Weight of loaded nodes/edges/beams (Poids des nœuds/bords/poutres chargés)

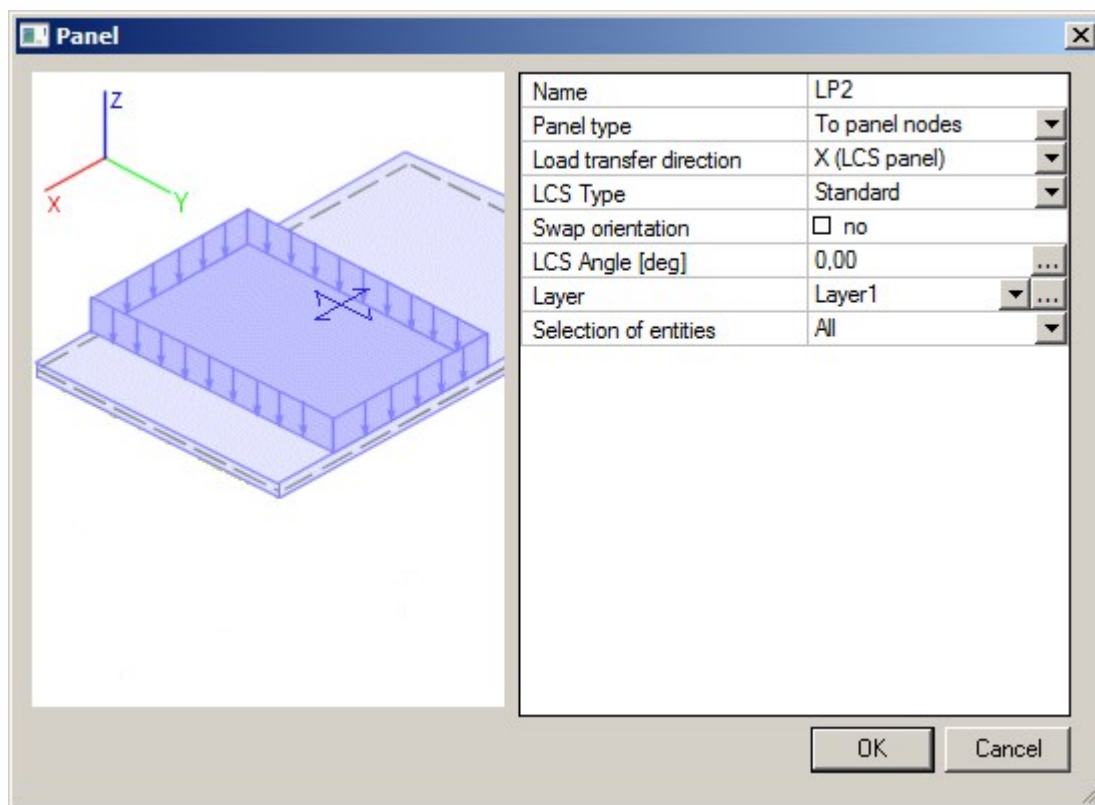
– affiche tous les éléments concernés par la génération de charge, dans la colonne de droite, l'utilisateur peut définir les facteurs de pondération pour chaque élément.

Unloaded nodes/edges/beams (Nœuds/bords/poutres déchargés)

– affiche les autres éléments appartenant au panneau et qui ne sont pas concernés par la génération de charge.

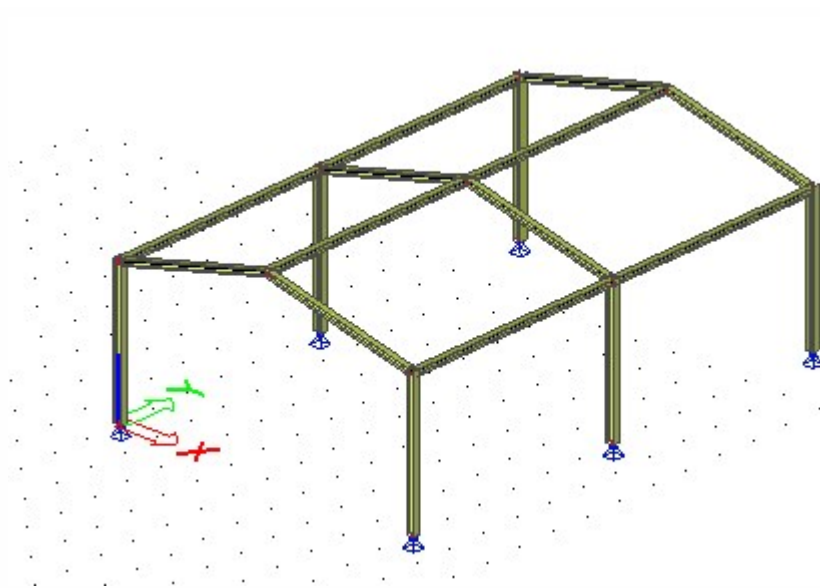
Répartition de la charge sur les nœuds

La charge est répartie uniquement sur les nœuds "extérieurs" (structure) du panneau. Les nœuds doivent être supportés par un autre élément.

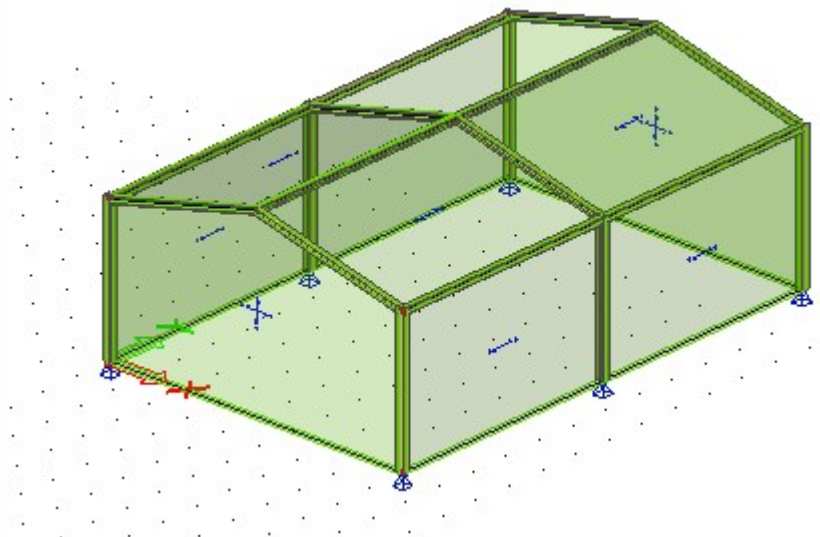


Exemple 1

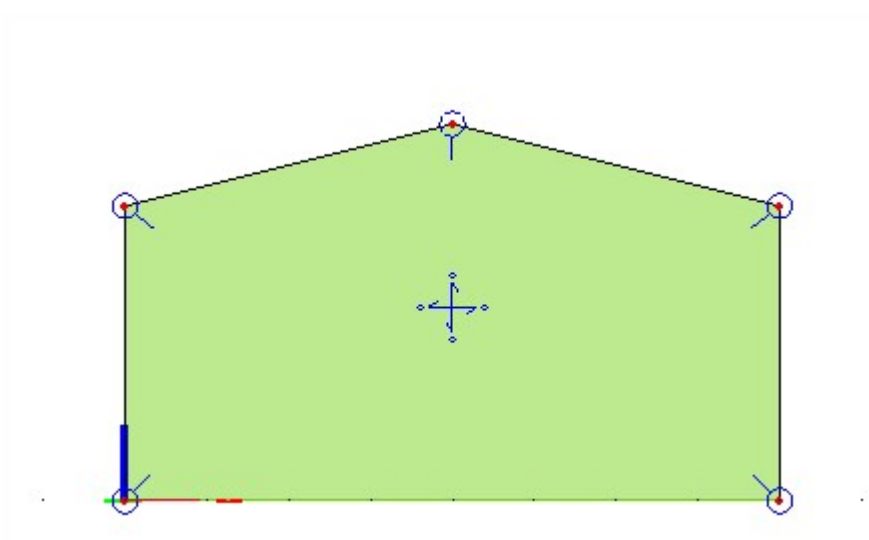
1. Définir une halle en acier simple.



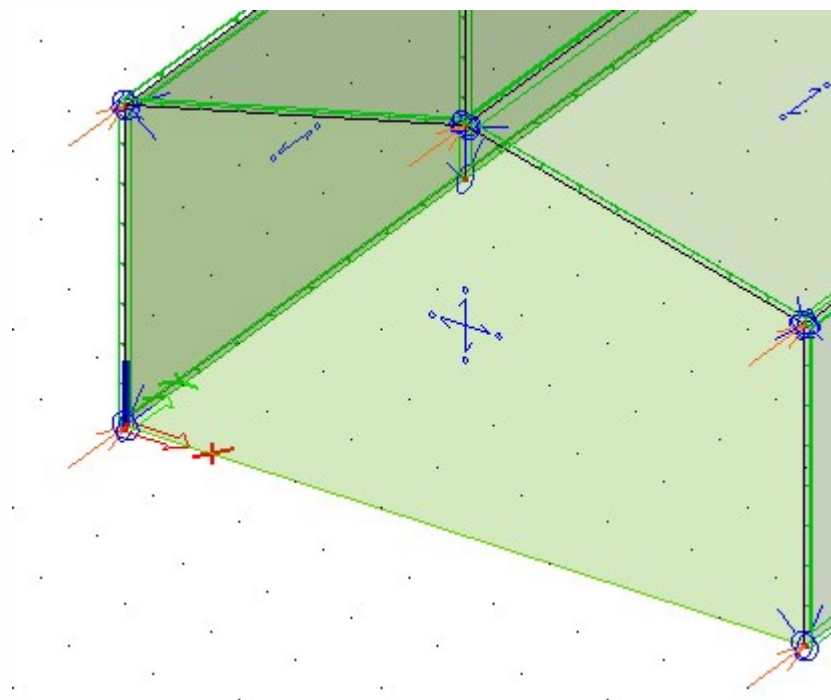
2. Exécuter le service **Structure > Load panel > Load to panel nodes** (**Panneau de charge > Répartition de la charge sur les nœuds du panneau**) et saisir les panneaux à chaque portée de la salle.
3. Sélectionner le deux panneaux de pignon et régler la **Load transfer direction** (**Direction du transfert de charge**) sur **All (LCS panel)** (**Toutes (panneau SCL)**).



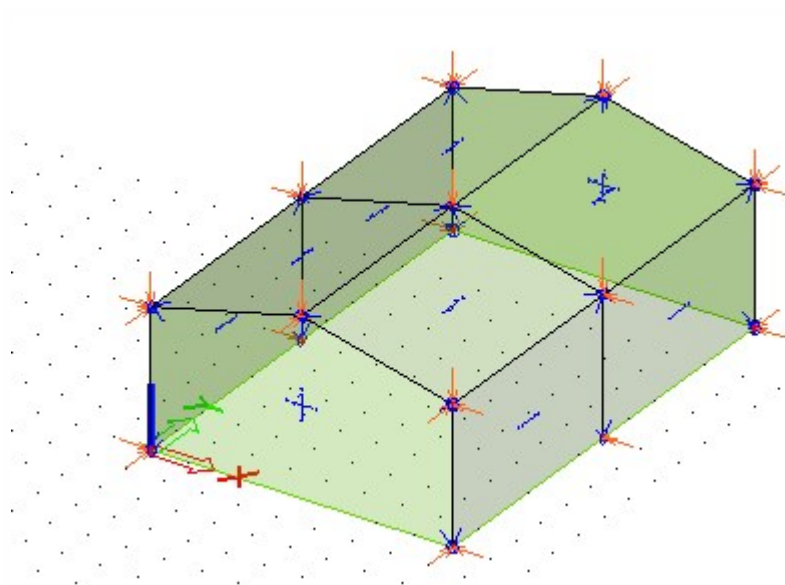
4. Ouvrir la boîte de dialogue **View parameter setting** (Paramètres d'affichage) en cliquant sur l'icône située à la base d'une fenêtre graphique ou en utilisant le menu contextuel (clic droit).
5. Cocher l'option **Members 2D** (Eléments 2D) de l'onglet **Structure** du groupe **Local axes** (Axes locaux). Les axes locaux des panneaux sont alors affichés. Cela indique l'orientation de l'axe z local qui est très importante car elle doit être dirigée vers "l'extérieur" du bâtiment. Sélectionner les panneaux dont l'axe z est orienté vers l'intérieur de la salle et sélectionner l'élément **Swap orientation** (Inverser l'orientation) dans la fenêtre Property (Propriétés).
6. Cocher l'option **Highlight supporting edges/nodes** (Mettre en évidence les bords/nœuds d'appuis) dans l'onglet **Structure** du groupe **Panel** (Panneau). Les nœuds pris en compte pour la génération de charges sont marqués comme tels.



7. Si certains nœuds de panneau ne sont pas marqués alors qu'ils le devraient, sélectionner le panneau et appuyer sur le bouton d'action **Update node selection** (Mettre à jour la sélection du nœud) (uniquement pour le panneau sélectionné) ou **Update all panels** (Mettre à jour tous les panneaux) (pour tous les panneaux).
8. Aller dans service **Load** (Charge) et régler les deux cas de charge permanents sur le type Standard.
9. Définir la **Free surface load** (Charge de surface libre) dans les valeurs du système géométrique : SCL de l'élément dans l'ensemble de la Halle en LC1.
10. Définir **Surface load on 2D members** (Charge de surface sur les éléments 2D) sur tous les panneaux en LC2.
11. Sélectionner un des panneaux de pignon, par exemple, et appuyer sur le bouton d'action **Generate loads** (Générer les charges) dans ses propriétés. Des forces ponctuelles sont générées dans tous ses nœuds.

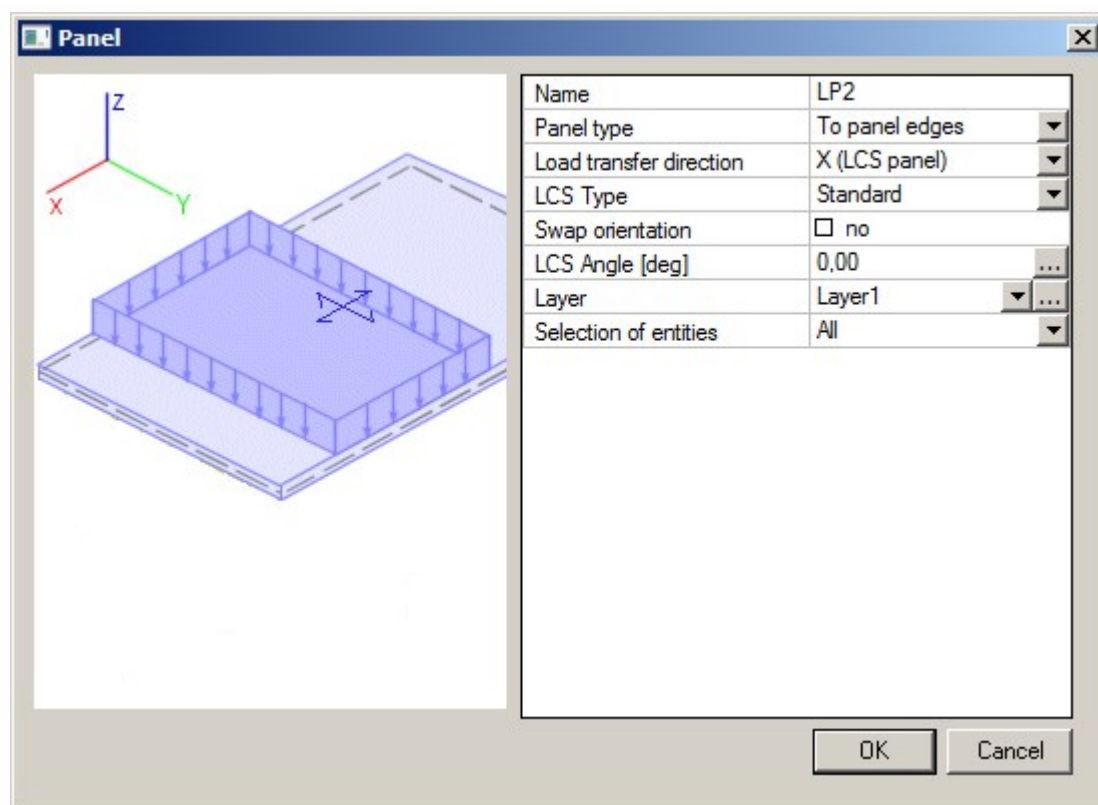


12. Exécuter la fonction **Calculation** (calcul) pour générer des forces ponctuelles dans l'ensemble de la structure.



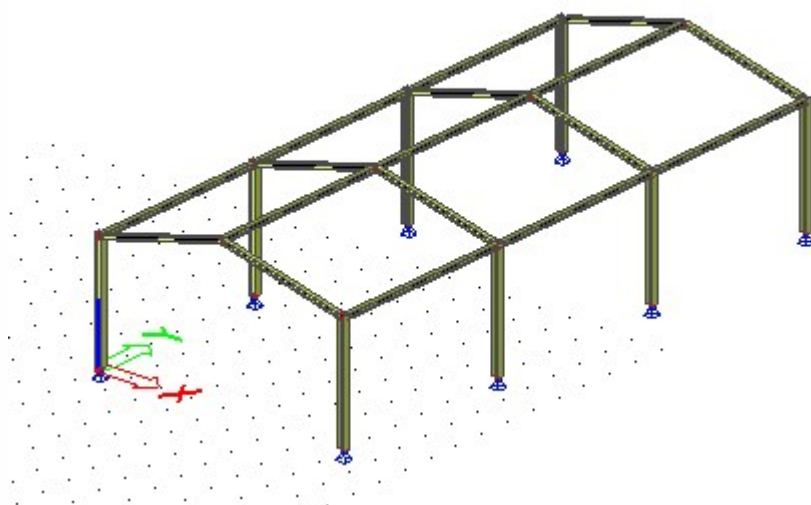
Répartition de la charge sur les bords

La charge est répartie uniquement sur les bords "extérieurs" des panneaux. Les bords doivent être supportés par un autre élément.

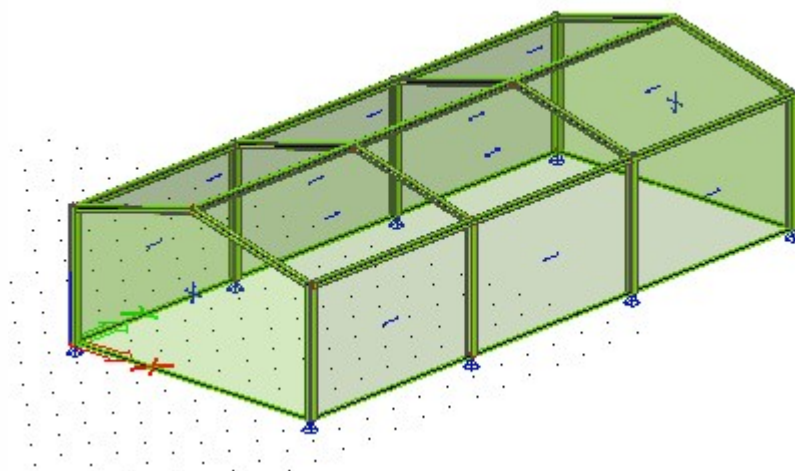


Exemple 2

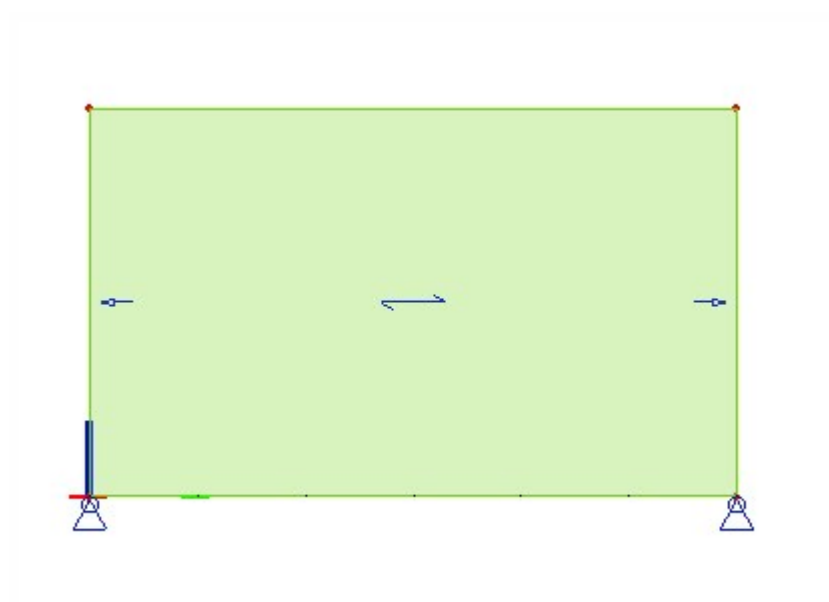
1. Créer une halle en acier simple.



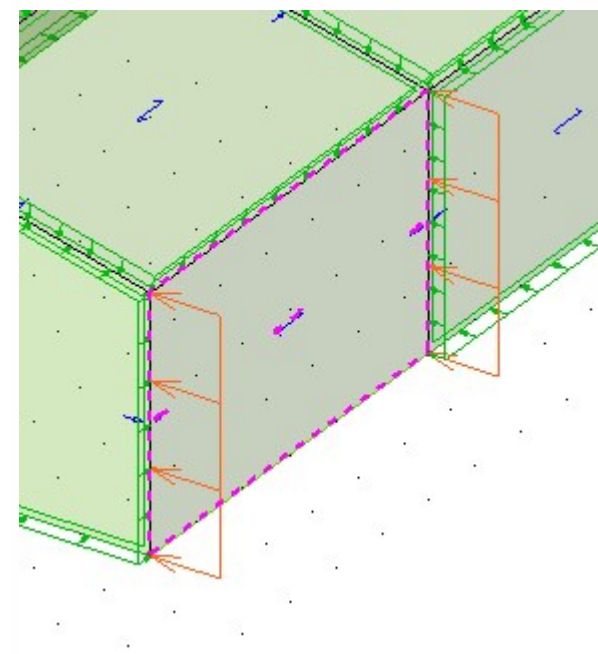
2. Exécuter le service **Structure > Load panel > Load to panel edges** (Panneau de charge> Répartition de la charge sur les bords du panneau) et saisir les panneaux à chaque portée de la halle.
3. Sélectionner les deux panneaux de pignon et régler la **Load transfer direction** (Direction du transfert de charge) sur **All (LCS panel)** (Toutes (panneau SCL)).



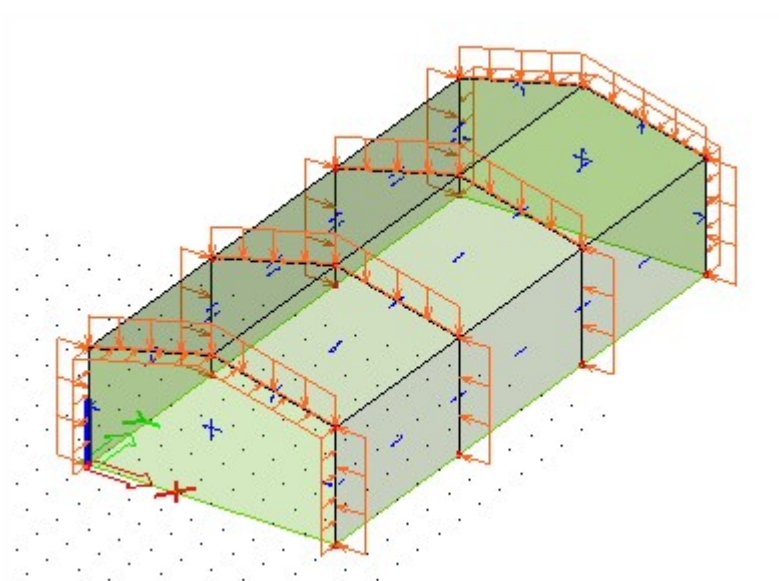
4. Exécuter la boîte de dialogue **View parameter setting** (Paramètres d'affichage) à l'aide de l'icône située à la base d'une fenêtre graphique ou en utilisant le menu contextuel (clic droit).
5. Cocher l'option **Members 2D** (Éléments 2D) de l'onglet **Structure** du groupe **Local axes** (Axes locaux). Les axes locaux des panneaux sont alors affichés. Cela indique l'orientation de l'axe z local qui est très importante car elle doit être dirigée vers "l'extérieur" du bâtiment. Sélectionner les panneaux dont l'axe z est orienté vers l'intérieur de la halle et sélectionner l'élément **Swap orientation** (Inverser l'orientation) dans la fenêtre Property (Propriétés).
6. Cocher l'option **Highlight supporting edges/nodes** (Mettre en évidence les bords/nœuds d'appuis) dans l'onglet **Structure** du groupe **Panel** (Panneau). Les nœuds pris en compte pour la génération de charges sont marqués comme tels.



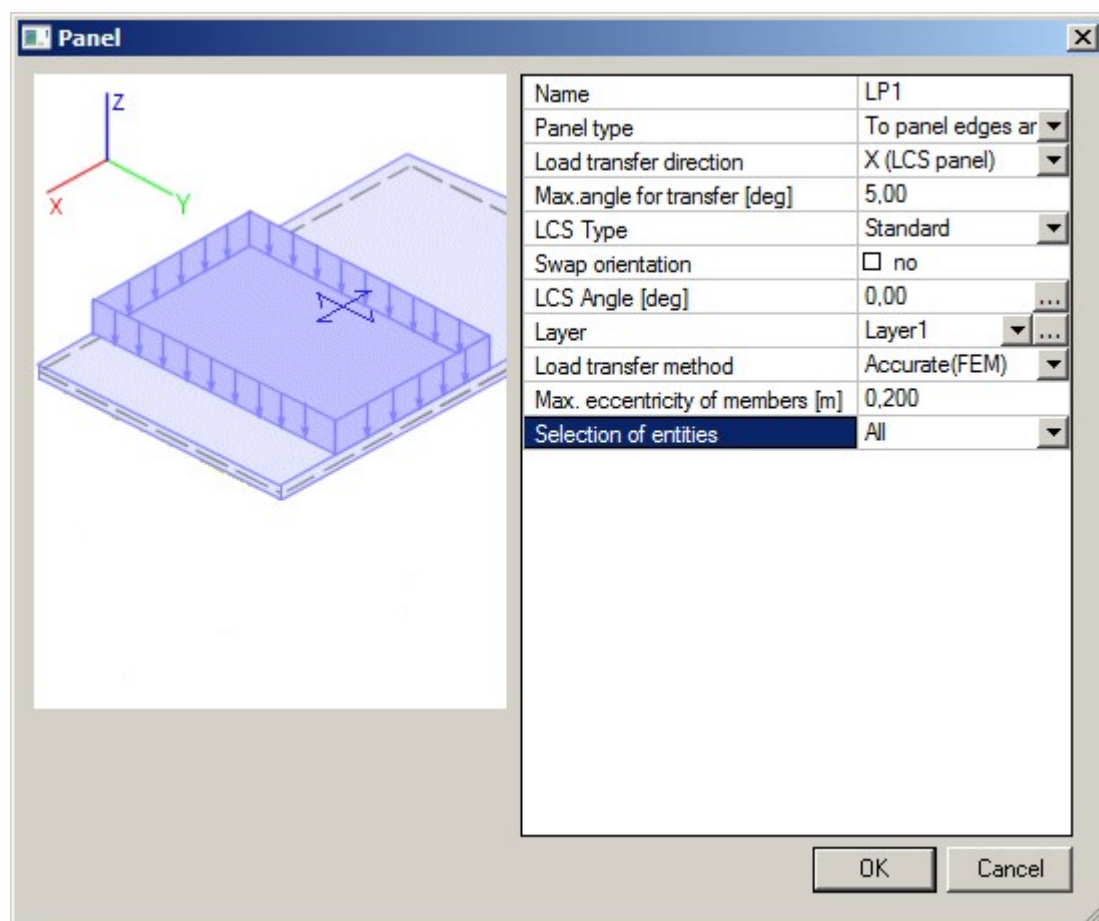
7. Si certains bords de panneau ne sont pas marqués alors qu'ils le devraient, sélectionner le panneau et appuyer sur le bouton d'action **Update edge selection** (Mettre à jour la sélection du bord) (pour le panneau sélectionné) ou **Update all panels** (Mettre à jour tous les panneaux) (pour tous les panneaux).
8. Aller dans service **Load** (Charge) et régler les deux cas de charge permanents sur le type Standard.
9. Définir la **Free surface load** (Charge de surface libre) dans les valeurs du système géométrique : SCL de l'élément dans l'ensemble de la halle en LC1.
10. Définir **Surface load on 2D members** (Charge de surface sur les éléments 2D) sur tous les panneaux en LC2.
11. Sélectionner un des panneaux latéraux, par exemple, et appuyer sur le bouton d'action **Generate loads** (Générer les charges) dans ses propriétés. Des forces linéaires sont générées sur tous ses bords supportés.



12. Exécuter la fonction **Calculation** (Calcul) pour générer des forces linéaires dans l'ensemble de la structure.



Répartition de la charge sur les bords et les poutres



Si Load transfer direction (Direction du transfert de charge) est réglé sur X ou Y, l'option suivante est disponible :

Max. Angle for transfer [deg] (Angle de transfert maxi. [deg])

: désigne l'inclinaison autorisée du bord d'un élément 2D ou d'une poutre par rapport à l'axe. L'angle est mesuré dans le sens perpendiculaire à l'axe sélectionné.

Si Load transfer direction (Direction du transfert de charge) est réglé sur all (toutes), les options suivantes sont disponibles :

Transfer in X/Y (Transfert en X/Y)

: désigne les pourcentages de répartition des charges pour les axes x et y

Disponible uniquement si la méthode de transfert de charge est réglée sur Accurate (Précise) (FEM).

Indique quel pourcentage est réparti dans quelle direction. La direction est définie par l'axe local du panneau. Si des pourcentages différents sont définis dans chaque direction, on utilise alors un calcul de dalle orthotrope.

Load transfer method (Méthode de transfert de charge)

- Standard : la somme des charges définies est recalculée pour les éléments en appliquant les facteurs de pondération

- Accurate (Précis) (FEM) : voir explications ci-dessous

Max. eccentricity of members [m] (Excentricité maximale des éléments [m])

: permet de définir la distance séparant les éléments et le plan du panneau de charge, mais uniquement lorsque le menu Selection of entities (Sélection des entités) est réglé sur "all" (toutes)

Selection of entities (Sélection des entités)

- All (Toutes) : voir ci-dessus

- User selection (Choix de l'utilisateur) : voir ci-dessus

- By type (Par type) : la sélection groupée des éléments est affichée ; elle permet à l'utilisateur de sélectionner des poutres auxquelles il peut appliquer la génération de charge par type.

Méthode FEM

L'algorithme de transfert de charge de cette méthode repose sur le calcul d'une dalle possédant des appuis de ligne rigides. Aux emplacement des poutres et des bords, on insère des appuis de ligne rigides. L'intensité ainsi produite au niveau des appuis est transférée à la charge générée.

Le générateur de charges utilise les paramètres suivants :

L'épaisseur est réglée sur 1 m.

Le matériau orthotrope utilise les paramètres suivants :

Module E = 1 GPa

Coefficient de Poisson = 0,25

D11 = 44.44 MN/m

D22 = 44.44 MN/m

D33 = 16.67 MN/m

D44 = D55 = 13 000 MN/m

D12 = 11.11 MN/m

Lorsque la direction du transfert de charge est réglé sur X ou Y, le rapport E1:E2 est de 80:20 % et $E = E1 + E2 = 100 \%$.



Remarque : Si l'on modélise deux cas identiques, l'un possédant un panneau de charge et l'autre une dalle orthotrope en appliquant les paramètres indiqués ci-dessus, la forme (graphique obtenu) de la charge générée et de l'intensité des appuis doivent être identiques. Les valeurs sont fonction de la taille du maillage qui est automatiquement générée pour les panneaux de charge à 10 % du bord le plus court (distance entre deux appuis adjacents).



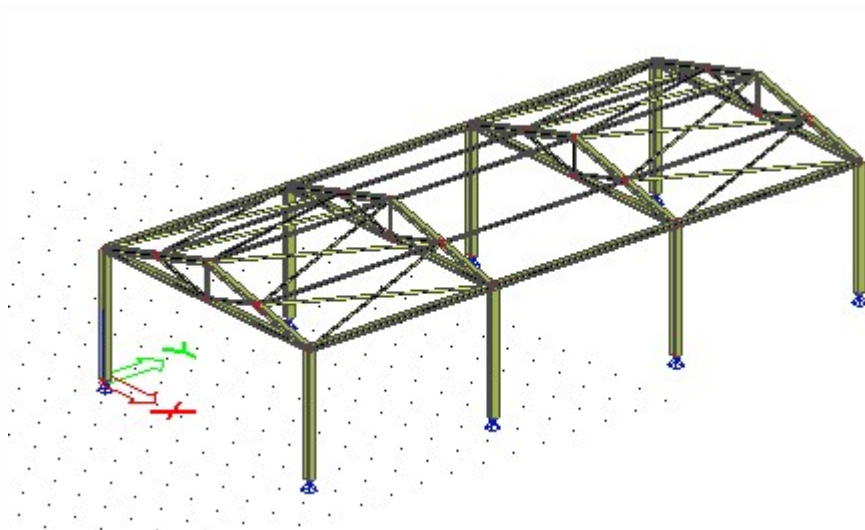
Remarque : Dans certains cas, cette méthode peut produire des résultats surprenants.

cas

cas n° 2 : un panneau est soumis à une charge de surface libre (le système géométrique étant réglé sur la projection) ; la charge est aussi générée dans le sens perpendiculaire à la direction effective de la charge appliquée. Ce phénomène est dû à un coefficient de Poisson non nul.

Exemple 3

1. Créer une halle en acier simple.

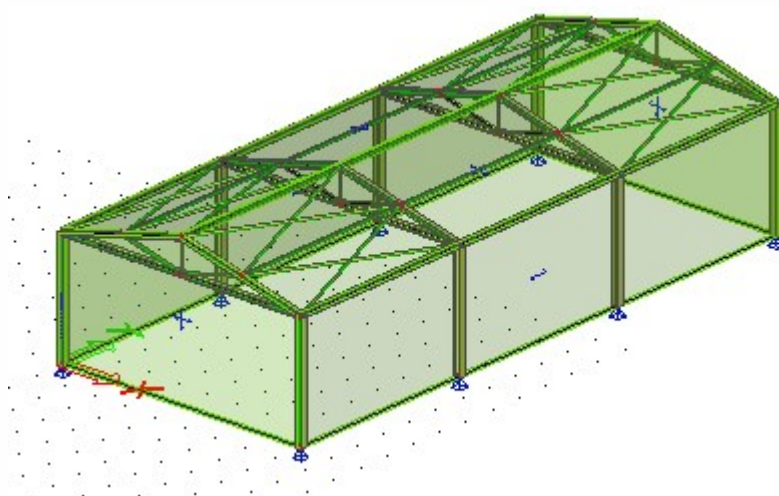


2. Exécuter le service **Structure > Load panel > Load to panel edges** (Panneau de charge > Charge appliquée aux bords du panneau) et saisir les panneaux à chaque portée de la halle.

3. Sélectionner les panneaux de pignon et de toit et régler la **Load transfer direction (Direction du transfert de charge) sur All (LCS panel) (Toutes (panneau SCL))**.

4. Sélectionner les deux panneaux de toit et définir **Selection of entities – By type (Sélection des entités – Par type)**. Puis sélectionner uniquement certains types, par exemple poutre, panne, membrure de ferme.

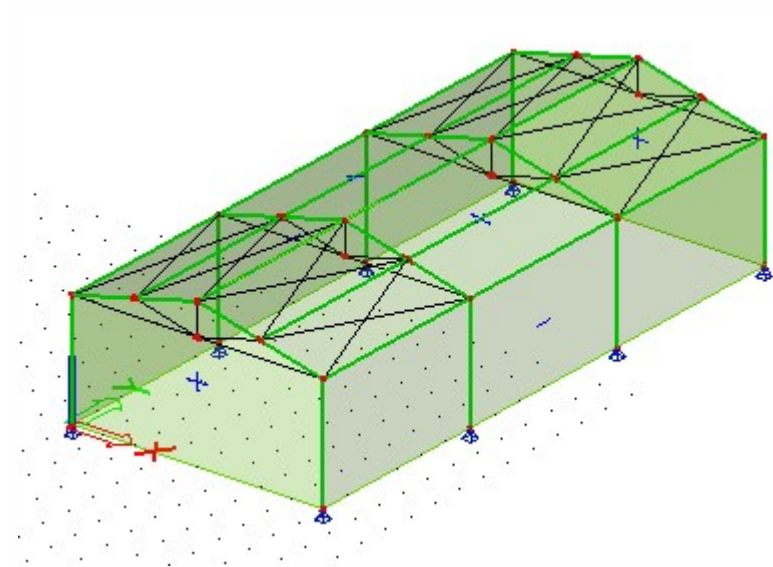
5. Sélectionner les deux panneaux de pignon et définir **Selection of entities – User selection (Sélection des entités – Choix de l'utilisateur)**. Faire ensuite une sélection au cas par cas, appuyer sur le bouton d'action **Update edge/beam selection** (Mettre à jour la sélection du bord/poutre) et sélectionner certains éléments 1D, par ex. des poteaux et des membrures de ferme supérieures.



6. Ouvrir la boîte de dialogue **View parameter setting** (Paramètres d'affichage) en cliquant sur l'icône située à la base d'une fenêtre graphique ou en utilisant le menu contextuel (clic droit).

7. Cocher l'option **Members 2D** (Eléments 2D) de l'onglet **Structure** du groupe **Local axes** (Axes locaux). Les axes locaux des panneaux sont alors affichés. Cela indique l'orientation de l'axe z local qui est très importante car elle doit être dirigée vers "l'extérieur" du bâtiment. Sélectionner les panneaux dont l'axe z est orienté vers l'intérieur de la halle et sélectionner l'élément **Swap orientation** (Inverser l'orientation) dans la fenêtre Property (Propriétés).

8. Cocher l'option **Highlight supporting edges/nodes** (Mettre en évidence les bords/nœuds d'appuis) dans l'onglet **Structure** du groupe **Panel** (Panneau). Les nœuds pris en compte pour la génération de charges sont marqués comme tels.



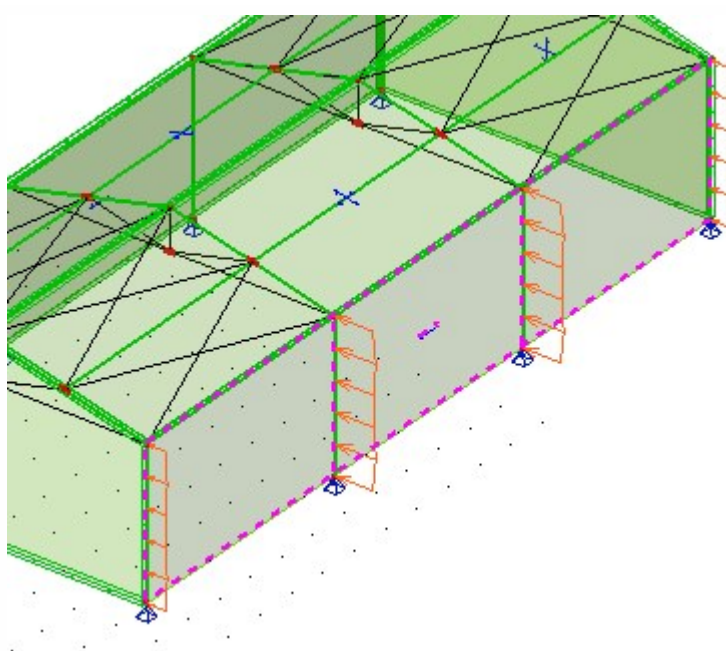
9. Si certains éléments ne sont pas marqués alors qu'ils le devraient, sélectionner le panneau et appuyer sur le bouton d'action **Update edge/beam selection** (Mettre à jour la sélection du bord/poutre) (pour le panneau sélectionné) ou **Update all panels** (Mettre à jour tous les panneaux) (pour tous les panneaux).

10. Aller dans service Load (Charge) et régler les deux cas de charge permanents sur le type Standard.

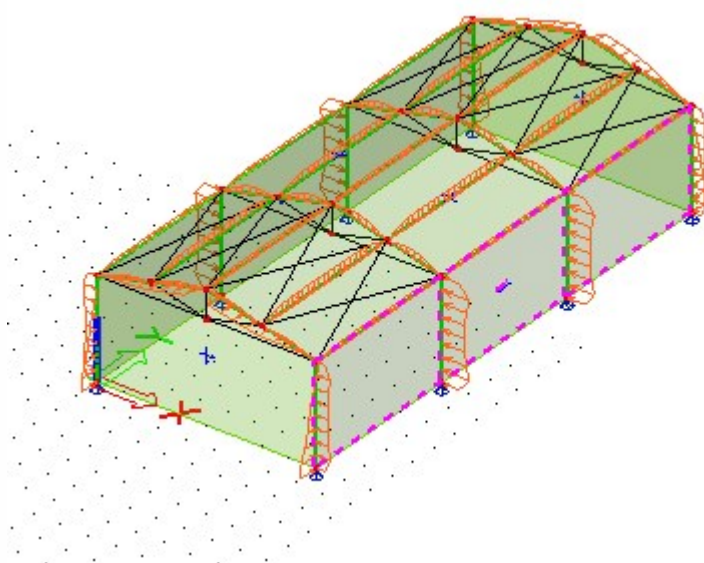
11. Saisir les valeurs du système géométrique **Free surface load** (Charge de surface libre) : SCL de l'élément dans l'ensemble de la halle en LC1.

12. Saisir des valeurs de **Surface load on 2D members** (Charge de surface sur les éléments 2D) sur tous les panneaux en LC2.

13. Sélectionner un des panneaux latéraux, par exemple, et appuyer sur le bouton d'action **Generate loads** (Générer les charges) dans ses propriétés. Des forces linéaires sont générées sur tous ses bords/poutres supportés.

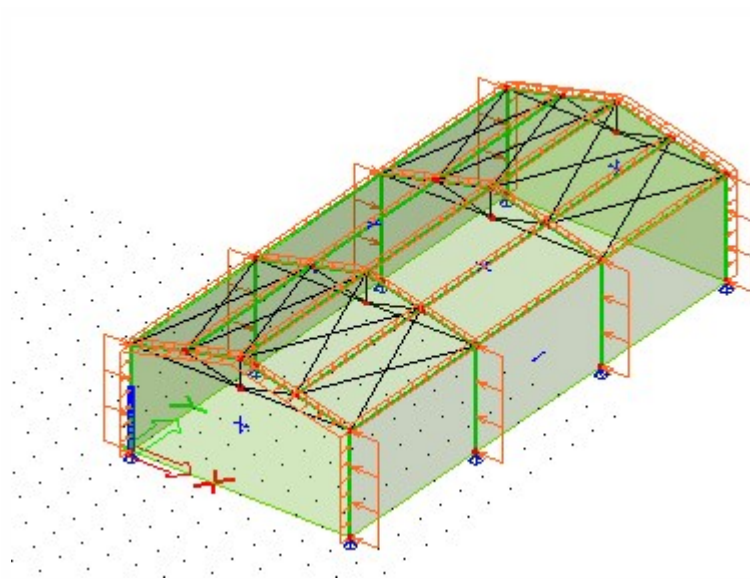


14. Exécuter la fonction **Calcul** (Calcul) pour générer des forces linéaires dans l'ensemble de la structure.



15. Sélectionner tous les panneaux et régler la **Load transfer method (Méthode de transfert de charge)** sur **Standard**.

16. Exécuter à nouveau la fonction **Calcul** (Calcul).



Panneau avec poutres parallèles

Ce type de panneau de charge exige la définition des propriétés de la dalle et des poutres. Les propriétés du panneau sont identiques à celles d'une dalle standard. La direction des poutres dépend du SCL de la dalle. Les poutres sont toujours parallèles à l'axe local x.

Beam layout properties (Propriétés de la poutraison) :

Position

- Distance : indique la distance qui sépare les poutres
- Number (Nombre) : indique le nombre de poutres
- Width (Largeur) : indique la largeur existant entre les poutres (ce type d'entrée est identique à l'option Distance mais elle offre en plus quelques paramètres supplémentaires)
- Generic (Générique) : indique l'emplacement de chacune des poutres

First offset (Premier décalage)

- indique la distance séparant la première poutre du bord du panneau

Last offset (Dernier décalage)

- indique la distance séparant la dernière poutre du bord du panneau

Switch offsets (Changer de décalage)

- bascule entre le premier et le dernier décalage

Distance

- indique la distance qui sépare les poutres

Number (Nombre)

- indique le nombre de poutres générées

First Beam (Première poutre)

- indique si la première poutre a été insérée

Last beam (Dernière poutre)

- indique si la dernière poutre a été insérée

Position in plate (Position sur la dalle)

- indique la position des poutres sur la dalle – intérieur, extérieur

Alignment (Alignement)

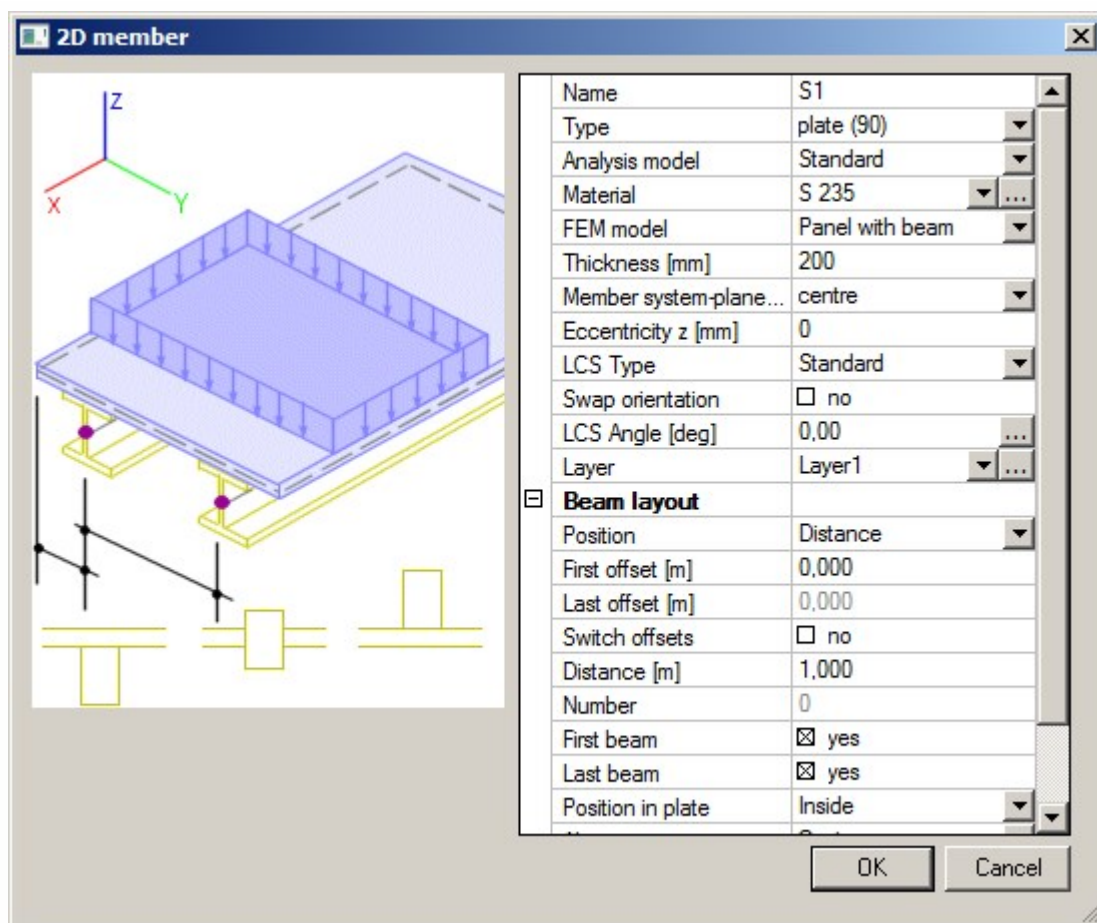
- indique l'alignement des poutres

Beams eccentricity Z [mm] (Excentricité des poutres Z en [mm])

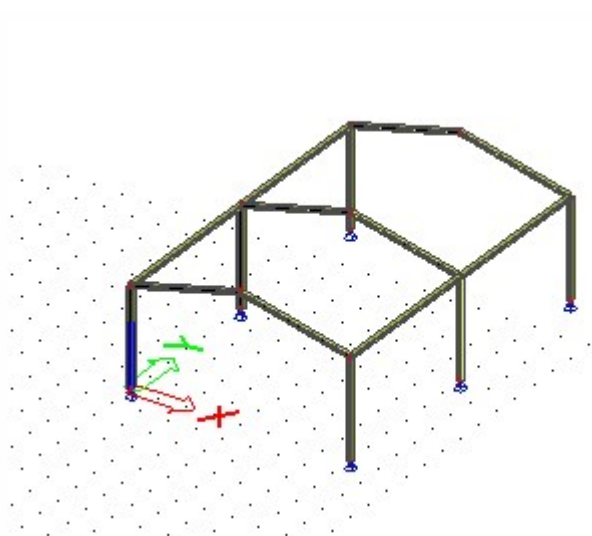
- indique l'excentricité des poutres

Select all beams to generator (Sélectionner toutes les poutres pour le générateur)

- si cette option est activée, toutes les poutres sont sélectionnées automatiquement, si elle n'est pas activée, l'utilisateur ne peut en sélectionner que certaines

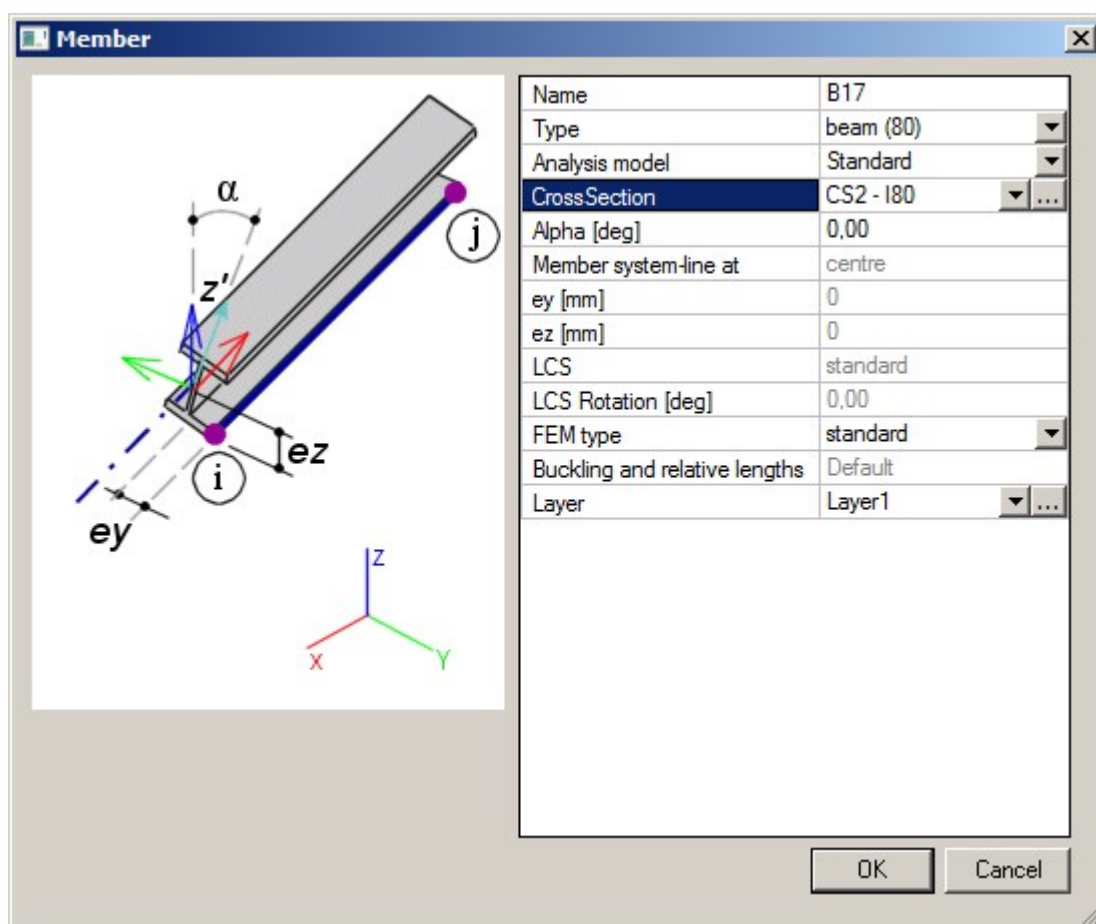
**Exemple 4**

1. Créer une halle simple.



2. Exécuter le service **Structure > Load panel > Panel with parallel beams** (Panneau de charge > Panneau à poutres parallèles) et intégrer les panneaux à chaque portée de la halle.

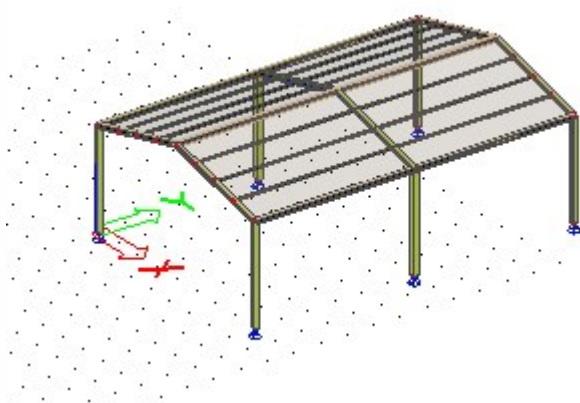
3. Définir ensuite les propriétés des poutres dans la boîte de dialogue **Member** (Elément).



4. Utiliser l'option **Switch offsets** (Changer de décalage) afin de définir des décalages nuls pour les deux panneaux près des arrêtes de la halle. Cocher **Switch offsets** (Changer de décalage) et régler **Last offset** (Dernier décalage) sur 0.

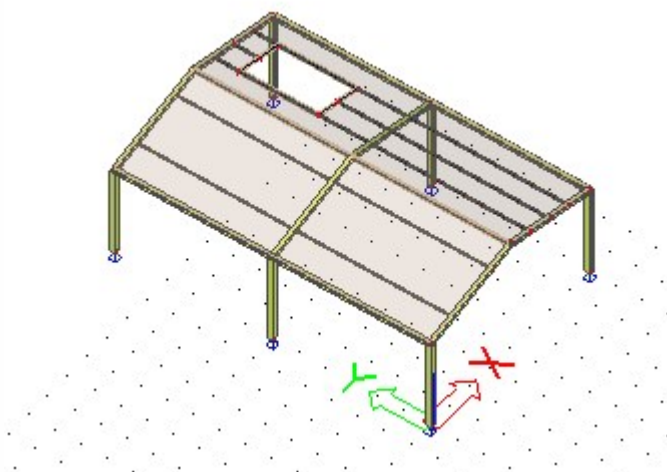
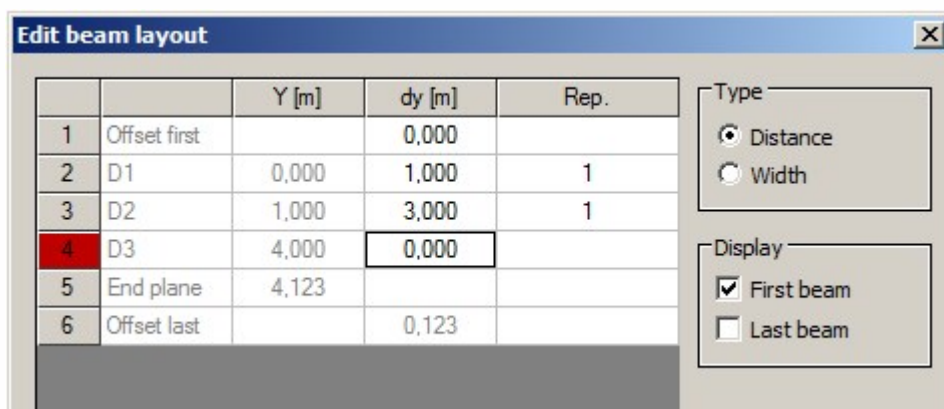
5. Sélectionner un des panneaux et décocher les éléments **First beam** (Première poutre) et **Last beam** (Dernière poutre).

6. Sélectionner l'autre panneau et décocher la poutre située à l'extrémité du toit.

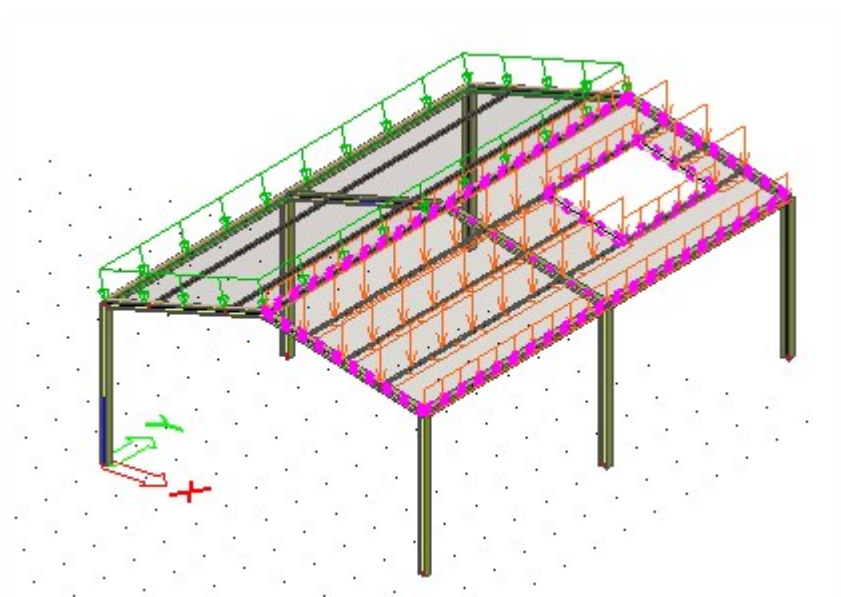


7. Sélectionner un des panneaux et insérer une ouverture à l'aide de la fonction **2D member > 2D member components > Opening** (Élément 2D > Composants de l'élément 2D > Ouverture) ou **Load panel > Load to opening edge** (Panneau de charge > Charge appliquée au bord du panneau) (l'option **Panel** doit être décochée).

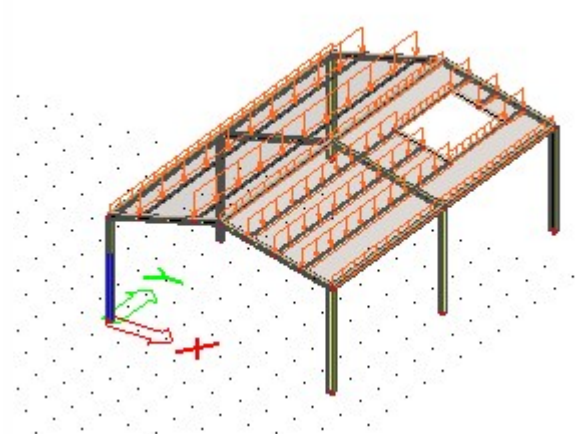
8. Sélectionner l'autre panneau, régler **Beam layout – Position (Poutraison – Propriétés)** sur **Generic**. Un nouvel **Editor** (Editeur) d'éléments apparaît dans les propriétés. Exécuter cet éditeur en appuyant sur le bouton à trois points.
9. Modifier la position de la poutre et confirmer en cliquant sur **[OK]**.



10. Aller dans service Load (Charge) et définir un cas de charge permanent de type Standard.
11. Saisir des valeurs de **Surface load on 2D members** (Charge de surface sur les éléments 2D) sur tous les panneaux de ce cas de charge.
12. Sélectionner le panneau qui contient l'ouverture et appuyer sur le bouton d'action **Load generation** (Génération de charge) dans ses propriétés. Des forces linéaires sont générées sur toutes les poutres.



13. Exécuter la fonction **Calcul** (Calcul) pour générer des forces linéaires dans l'ensemble de la structure.



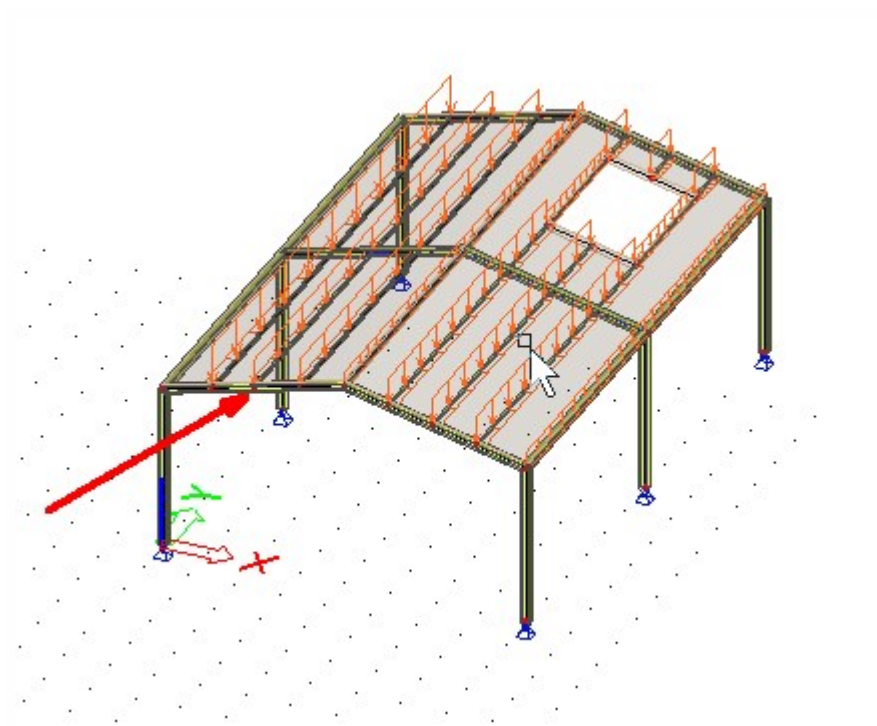
14. Insérer une poutre entre les poutres du panneau, sachant que ces poutres doivent être en position générique.

15. Sélectionner le panneau et décocher l'option **Select all beams to generator** (**Sélectionner toutes les poutres pour le générateur**).

16. Cliquer sur le bouton action **Update beam selection** (**Mettre à jour la sélection de la poutre**), sélectionner la poutre insérée et confirmer la fonction.

17. La poutre apparaît maintenant dans les propriétés du panneau **Beams > Included in load gen** (**Poutre > Intégrée au générateur de charge**).

18. Exécuter à nouveau la fonction **Calcul** (Calcul). La charge a été générée pour toutes les poutres.



Charge mobile

Introduction

Ce module génère les zones ou les lignes d'influence pour une charge mobile qui se déplace suivant une trajectoire donnée. La direction et l'intensité d'une charge mobile unitaire sont modifiables. Les résultats du calcul sont des lignes d'influence et les systèmes de charges peuvent être positionnés sur celles-ci. Les positions critiques sont détectées pour ces systèmes selon le principe de l'utilisation des lignes d'influence. Il est possible de calculer automatiquement l'enveloppe des effets les plus défavorables. Divers types de systèmes de charges offrent des possibilités de calcul plus étendues.

A ce jour, l'évaluation de leur utilisation n'est pas assez précise pour les éléments 2D et les charges 2D. Le calcul est toujours simplifié par une trajectoire et l'effet de la largeur du système de charge 2D n'est pas pris en compte. Le calcul est toujours effectué suivant la trajectoire.

Le processus de calcul des lignes d'influence et d'évaluation de leur utilisation comporte plusieurs étapes :

- Définition du modèle de la structure analysée et introduction d'un cas de charge.
- Définition de la trajectoire et d'une charge unité.
- Calcul analysant automatiquement la trajectoire et la charge unité associée.
- Définition des systèmes de charges, des règles pour la génération des cas de charge et de l'évaluation de leur utilisation.
- Le calcul linéaire génère l'enveloppe des cas de charge et traite les cas de charge générés à partir du mouvement des systèmes de charges.

Breve introduction a la théorie

Lignes d'influence

Les lignes d'influence et les charges mobiles sont, par exemple, utilisées pour la conception des structures de pont où l'effet des charges mobiles prédomine sur la structure. Lorsque le calcul des lignes d'influence est effectué, la linéarité du système permet d'évaluer l'utilisation des lignes d'influence en tenant compte du mouvement d'un système de charge défini suivant une norme technique particulière (ou selon le choix de l'utilisateur).

Les lignes d'influence représentent le changement de résultante ou d'effet (p.ex. du moment de flexion, de l'effort tranchant, etc.) en un point particulier de la structure suite au déplacement de la charge unité suivant la trajectoire donnée.

Soulignons que l'effet est calculé en un point fixe. La coordonnée X de chaque ligne d'influence représente la position de la charge unité se déplaçant sur la structure tandis que la coordonnée Y du même point correspond à l'effet causé par la charge unité au point fixe. Le but est de déterminer la position du système de charge qui correspond à l'effet maximal sur la structure à cet endroit.

La linéarité du système permet d'évaluer le déplacement de la charge unité sur la structure puis de calculer l'utilisation d'un système de charge mobile composé de plusieurs charges ponctuelles et réparties (p.ex. un train sur des rails) en utilisant la superposition des lignes d'influence multipliées par la valeur de la charge.

Les lignes d'influence et leur utilisation sont calculées pour une section donnée. Vous pouvez déterminer l'enveloppe des effets maximaux et enregistrer les valeurs correspondantes. Cette enveloppe peut être combinée avec une charge standard (p.ex. le poids propre) pour analyser le comportement général de la structure.

Application d'une charge mobile

Le principe de l'utilisation des lignes d'influence consiste à superposer des cas de charge pour obtenir un système de charges mobiles composé de charges ponctuelles et réparties simulant, par exemple, un train.

Un système de charge utilisé pour simuler des charges mobiles (p.ex. des trains, des camions sur une autoroute) peut être divisé en deux types :

- un système de charge simple
- un système de charge avancé

Le calcul de la réponse des lignes d'influence pour les charges mobiles requiert des paramètres dérivés de la courbe d'une ligne d'influence. Chaque position d'un système de charge doit être calculée indépendamment afin de déterminer la position la plus critique.

Généralités

Un système de charge mobile se compose d'un ou de plusieurs groupes de charges. Des charges réparties et ponctuelles agissant à une distance donnée d'un point de référence peuvent être définies pour chaque groupe de charges. La distance entre les groupes peut être fixe ou variable selon qu'il s'agisse de simuler une charge mobile pour des rails ou pour une route. Le but est de positionner le groupe de charges afin d'obtenir l'effet maximal sur la structure (consultez les chapitres [Système de charge simple](#) et [Système de charge avancé](#)).

En pratique, le programme calcule d'abord les lignes d'influence pour chaque composante.

- 6 efforts internes (effort normal, effort tranchant, moments de flexion et torsion),
- 6 déplacements et rotations,
- 6 réactions d'appuis.

Les paramètres de base, comme le changement du signe entre la partie négative et positive de la ligne d'influence, sont déterminés par chaque ligne d'influence. La surface sous la courbe est calculée pour chaque partie de la ligne d'influence. Le système de charge est positionné, pour une section et un effet donné, sur les lignes d'influence et est déplacé pour déterminer le maximum. La position déterminée est le maximum pour une section donnée et un élément. Il est parfois nécessaire d'analyser le déchargement afin de tenir compte de l'effet du groupe de charges sur la partie négative de la ligne d'influence (consultez les chapitres [Détermination de l'effet maximal des charges ponctuelles](#), [Détermination de l'effet maximal d'une charge répartie](#) et [Détermination de l'effet maximal d'une combinaison de charges réparties et ponctuelles](#)).

Système de charge simple

Un système de charge simple est défini par les caractéristiques et les types de charges suivants :

- un groupe de charges ponctuelles définies par leur valeur et positions par rapport à un point de référence,
- une charge mobile répartie sur les différentes parties de la ligne d'influence, afin d'obtenir les effets maximaux.

Certaines normes nationales tiennent compte de l'application des systèmes de charges pour la conception de structures comme les ponts ou les grues.

Système de charge avancé

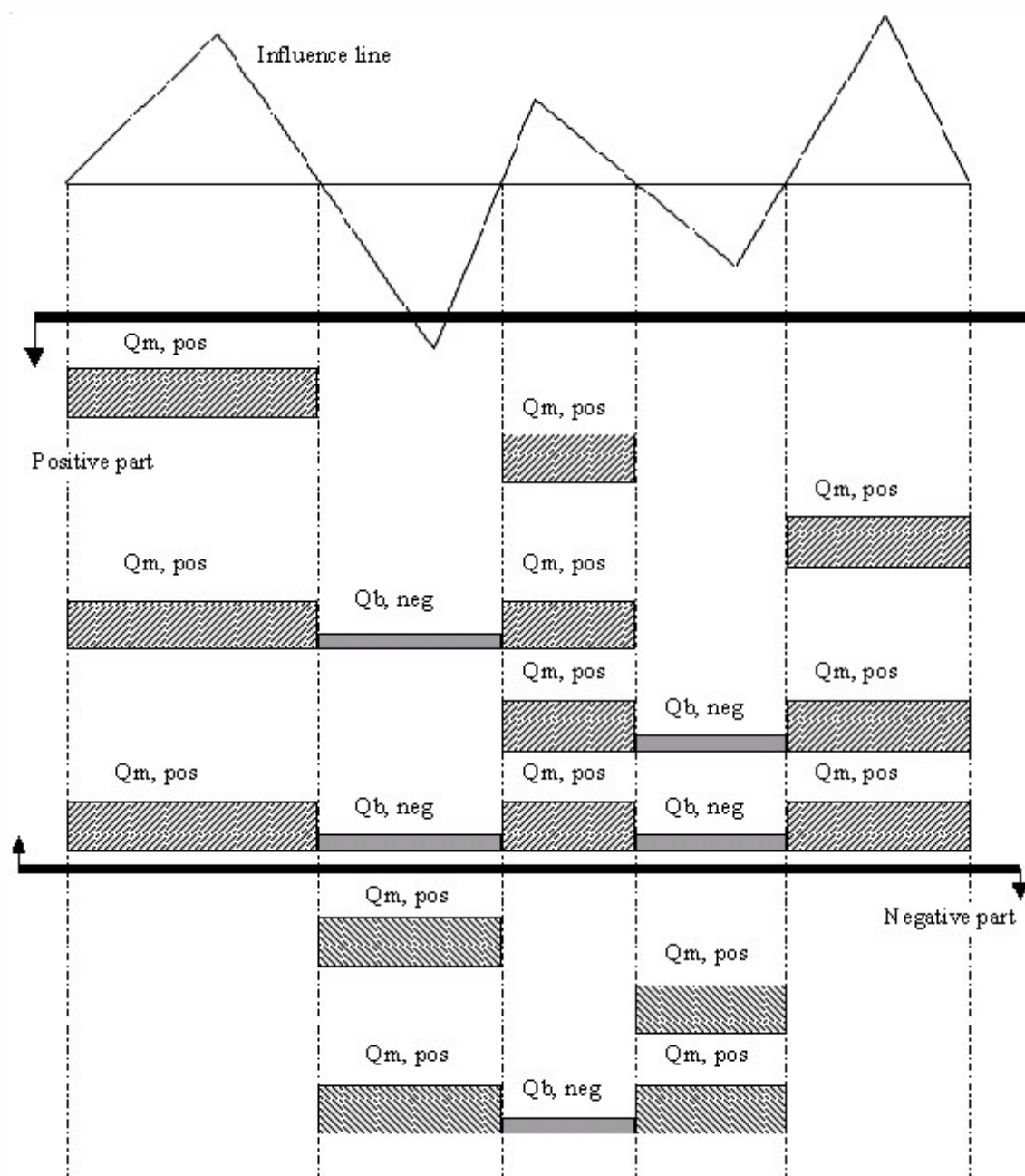
Un système de charge avancé est défini par les paramètres suivants :

- un nombre de groupes de charges,
- le type de groupe de charges (p.ex. un chargement composé de charges ponctuelles caractérisées par une distance, une valeur et une position fixes par rapport à un point de référence),
- le pourcentage de déchargement (pourcentage d'influence des charges sur la ligne d'influence négative) utilisé lorsqu'une partie du groupe de charges ponctuelles se trouve sur la partie négative de la ligne d'influence et influe sur le maximum,
- pour plusieurs groupes de charge :
 - • pour un système avec plus de deux groupes de charges, une distance constante entre chaque groupe,
 - pour un système avec deux groupes de charges, une distance maximale ou minimale (distance variable),
- la valeur de la charge répartie,
- la valeur de la charge répartie entre deux parties positives de la ligne d'influence (effet similaire au pourcentage de déchargement décrit ci-dessus)
- dans le cas d'un groupe de charges, il est possible de modifier la valeur de la charge répartie autour des charges ponctuelles entre deux coordonnées : au début et à la fin du changement de la charge répartie.

Les coordonnées des charges ponctuelles, qui définissent la position du groupe de charges, sont définies à partir d'un point de référence.

Détermination de l'effet maximal d'une charge répartie

Selon la définition, on obtient l'effet maximal de la charge à partir de la ligne d'influence dans une section donnée en multipliant l'ordonnée de la ligne d'influence en x par la valeur de la charge. Toujours selon cette définition, l'effet de la charge répartie correspond au calcul de la surface sous la ligne d'influence entre chaque changement de signe multiplié par la valeur de la charge. Si la ligne d'influence est définie par plusieurs zones positives et négatives, la surface est calculée pour chaque zone en tenant compte du signe. L'effet total est égal à la somme des zones chargées. L'effet maximal est causé par une charge répartie située sur la zone positive de la ligne d'influence. Par conséquent, la charge est divisée entre chaque zone comme illustré ci-dessous.



$Q_{m, pos \& neg}$ – charge mobile dans la zone positive ou négative

$Q_{b, pos \& neg}$ – charge répartie entre les groupes de charges (interrompues)

Chaque ligne sous la ligne d'influence montre la division possible du système de charge. La première ligne représente, par exemple, la charge répartie $Q_{m, pos}$ positionnée sur la zone positive. La troisième ligne représente la charge répartie $Q_{m, pos}$ divisée entre les première et deuxième zones positives et le déchargement de la charge répartie $Q_{b, neg}$ qui engendre une réduction importante de l'effet total dans la somme des zones chargées. L'illustration indique que l'effet maximal est atteint si la charge est positionnée uniquement sur la zone positive ou uniquement sur la zone négative de la ligne d'influence. Le maximum est atteint pour ces deux cas de figure. Par conséquent, la position critique est déterminée séparément pour la zone négative et positive.

Détermination de l'effet maximal des charges ponctuelles

Selon la définition, on obtient l'effet maximal de la charge à partir de la ligne d'influence dans une section donnée en multipliant l'ordonnée de la ligne d'influence en x par la valeur de la charge. Dans le cas de l'action simultanée de plusieurs charges (p.ex. un groupe de charges), l'effet est obtenu en additionnant chaque valeur d'ordonnée multipliée par la valeur de la charge correspondante. Le maximum peut être négatif ou positif. La position de chaque groupe dépend du nombre de groupes de charges.

Un groupe de charges

Afin de déterminer la position d'un groupe de charges ponctuelles engendrant l'effet maximal, chaque charge du groupe est positionnée à chaque point intermédiaire. Cela signifie qu'une partie du groupe de charges peut se trouver en dehors de la structure pour certaines positions.

Deux groupes de charges

Dans cette configuration, la distance entre les groupes peut varier. Les distances maximale et minimale entre les groupes de charges doivent être spécifiées afin de trouver la position critique.

Plus de 2 groupes de charges

Dans cette configuration, la distance entre les groupes de charges est constante. La procédure appliquée est similaire à celle utilisée pour un groupe de charges.



Remarque : La position critique peut être déterminée avec un groupe dont plusieurs charges sont en dehors de la structure. Pour une combinaison de charges asymétriques, le programme permet de déplacer des charges mobiles dans deux directions opposées afin de tenir compte de l'effet de l'asymétrie.

Détermination de l'effet maximal d'une combinaison de charges réparties et ponctuelles

L'effet maximal d'une combinaison de charges réparties et ponctuelles est déterminé à partir de l'effet maximal de la charge répartie et de l'effet maximal du groupe de charges ponctuelles.

Paramètres utilisés pour déterminer l'effet maximal

La liste suivante décrit les paramètres utilisés pour le calcul avec une ligne d'influence. Vous trouverez également les valeurs imposées par certaines normes nationales.

Point de référence

Point de référence d'un groupe de charges pour la détermination de la position d'une charge ponctuelle et pour la réduction d'une charge répartie.

Longueur du déplacement limite (trajectoire limite)

Limite de la trajectoire pour éviter le positionnement d'une partie du groupe de charges en dehors de la trajectoire (en dehors de la structure).

Changement de signe

Position du changement de signe de la ligne d'influence (de positive à négatif et inversement).

Surface d'une zone

Intervalle de la ligne d'influence où toutes les valeurs des ordonnées sont positives ou négatives.

Coefficient d'impact

La norme VOSB impose un coefficient multiplicateur pour chaque effort interne et réaction en fonction de la position de la charge mobile. Les résultats des lignes d'influence pour les déformations ne sont pas multipliés.

La même convention est appliquée pour le coefficient dynamique des normes CSN 736203 et ENV 1991-3.

Facteur mobile

Le facteur mobile est utilisé pour les trajectoires simples et doubles ou si seule la barre principale de la structure est prise en compte. Ce coefficient est utilisé pour multiplier tous les résultats. Il n'existe pas de facteur similaire dans CSN 736203, la valeur 1,0 peut être utilisée.

Pourcentage d'influence des charges sur la ligne d'influence négative

Coefficient de réduction de l'effet d'une charge ponctuelle positionnée sur la partie négative de la ligne d'influence pour empêcher la réduction du maximum déterminé. En introduisant une valeur nulle, les charges ponctuelles de la partie négative ne sont pas prises en compte. Par contre, 100 % indique que les charges de la partie négative ne sont pas réduites.

Trajectoire

Définition d'une nouvelle trajectoire

Pour définir une nouvelle trajectoire

1. Utilisez la fonction de l'arborescence **Charges mobiles**.
2. Démarrez la fonction **Nouvelle trajectoire**.
3. Définissez les paramètres dans la fenêtre de propriétés.
4. Définissez la trajectoire.
5. Fermez la fonction.

Paramètres d'une trajectoire

Nom	Spécifie le nom du système.
Utiliser pour le calcul	Si cette option est activée, la trajectoire est utilisée pour le calcul. Dans le cas contraire, elle n'est pas prise en compte.
Nœuds utilisés	(valeur informative) Indique le nombre de nœuds de la trajectoire (sommets).
Nœuds de la trajectoire	Liste de tous les nœuds de la trajectoire. Chaque nœud d'extrémité de chaque intervalle de la trajectoire peut être utilisé pour définir les dalles exposées à l'effet d'un train de charges.

Définition d'une trajectoire sur des dalles du modèle

Imaginons un entrepôt à plusieurs étages où une trajectoire est définie à l'étage supérieur. Une charge mobile peut apparaître à chaque étage ou seulement à certains étages. Vous devez donc indiquer le ou les étages soumis à la charge mobile.

Pour ce faire, vous ne devez pas utiliser la trajectoire dans son ensemble, mais vous devez affecter les dalles à chaque intervalle du polygone de la trajectoire (naturellement, il s'agira d'un seul intervalle si la trajectoire a été définie comme un arc ou une ligne simple).

Pour affecter une trajectoire à une dalle

1. Sélectionnez la trajectoire.
2. La fenêtre des propriétés affiche la liste des nœuds (sommets) de la trajectoire.
3. Sélectionnez le nœud d'extrémité de l'intervalle de la trajectoire. (Le nœud sélectionné est un élément déterminant.)
4. Cliquez sur le bouton [...] lié à ce nœud.
5. Une petite boîte de dialogue s'affiche.
6. La partie gauche de la boîte de dialogue répertorie toutes les dalles. La partie droite répertorie les dalles affectées.
7. Sélectionnez les dalles requises dans la liste de gauche et, à l'aide des boutons du milieu, déplacez-les vers la liste de droite. REMARQUE : si la liste de droite est vide, cela signifie que le train de charges agit sur TOUTES les dalles.
8. Fermez la boîte de dialogue de sélection.

Modification d'une trajectoire existante

Pour modifier une trajectoire existante

1. Sélectionnez la trajectoire (si elle n'est pas affichée, utilisez les paramètres d'affichage).
2. Modifiez les paramètres dans la fenêtre de propriétés

Suppression d'une trajectoire existante

Pour supprimer une trajectoire existante

1. Sélectionnez la trajectoire (si elle n'est pas affichée, utilisez les paramètres d'affichage).
2. Appuyez sur la touche **Suppr.**, utilisez la fonction **Supprimer** du menu contextuel ou appelez la fonction de menu **Modifier > Supprimer** pour supprimer la trajectoire.

Charges unités

Charges unités

Les charges unités n'ont de sens que pour les structures 3D pour modéliser le mouvement d'un véhicule chargé agissant suivant plusieurs trajectoires parallèles à l'axe du mouvement. Pour les structures 2D, une charge unité est représentée par une charge $P_z = -1,0$.

Il est possible de définir plusieurs charges unités par trajectoire. Chaque charge contient des charges unités et peut représenter un ensemble de trajectoires. La charge unité peut agir dans la direction des axes du système de coordonnées global. Il est possible de modéliser un pont avec un petit système 2D. Toutefois, ce type de solution ne permet pas de définir le système de roues paires (côte à côte) des camions ou des trains comme décrit dans les normes nationales.

Dans une structure 3D, il est possible de définir une charge unité qui agit suivant plusieurs trajectoires parallèles à la trajectoire définie (charge unité sur la largeur du pont). Certaines normes utilisent également une charge répartie pour modéliser la surface de contact des roues avec la structure.

Gestionnaire de charges unités

Le **Gestionnaire de charges unités** est un [gestionnaire de base de données standard de Scia Engineer](#). Il fonctionne comme tous les autres.

Les composants du **Gestionnaire de charges unités** sont :

- la liste des charges unités définies,
- la fenêtre graphique avec la représentation de la charge unité sélectionnée.
- la fenêtre d'aperçu avec les paramètres de la charge unité sélectionnée dans la liste.
- les boutons de contrôle (boutons standard du gestionnaire de base de données Scia Engineer).

Pour ouvrir le Gestionnaire de charges unités

1. Ouvrez le service **Charges mobiles**.
2. Appelez la fonction **Charges unités**.
3. Le gestionnaire s'affiche à l'écran.

Définition d'une nouvelle charge unité

Pour définir une nouvelle charge unité

1. Ouvrez le [Gestionnaire de charges unités](#).
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau** pour créer une nouvelle charge.
3. Modifiez les paramètres (voir ci-dessous).
4. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
5. Fermez le gestionnaire.

Paramètres des charges unités

Nom	Nom de la charge.
Attribution du parcours	Trajectoire associée à une charge unité.
Sections	Ce paramètre définit la densité des sections et, par conséquent, le nombre de cas de charge générés pour les barres. Utiliser les sections des résultats La charge unité est positionnée à chaque section de la barre sur la trajectoire. Utiliser le pas selon l'élément 2D

	La charge unité est positionnée avec un pas égal à la valeur définie dans la zone de texte Pas pour surface. Si la structure comprend des barres plus courtes que le pas, celles-ci risquent de ne pas être soumises à la charge unité. Générer au moins une section sur l'élément La charge unité est positionnée avec un pas égal à la valeur définie dans la zone de texte Pas pour surface. Cependant, la charge unité est aussi positionnée sur les barres plus courtes que le pas.
Pas pour surface	Valeur du pas pour les éléments 2D. Ce paramètre définit la densité des points d'évaluation et, par conséquent, le nombre de cas de charge générés pour les surfaces. La longueur totale de la trajectoire est divisée par ce paramètre. Le quotient définit le nombre de points intermédiaires où la charge unité mobile est positionnée. Un pas plus court implique des résultats plus précis mais un temps de calcul plus long.
Générer une section sous le système de charge	Si cette option est activée, une section est générée sous le système de charge.
Ajouter une nouvelle charge	Ajoute une nouvelle charge unité.

Paramètres de la charge

Type	La charge peut être : ponctuelle ou répartie.
Valeur	Valeur de la charge. La valeur par défaut = 1,0.
Position	Position de la trajectoire.
ey	Excentricité de la charge.
ez	Excentricité de la charge.
Système	Définit le système de coordonnées de la charge.
Direction	Direction de la charge.

Systèmes de charges

Systèmes de charges

Un système de charge mobile se compose d'un ou de plusieurs groupes de charges. Pour chaque groupe, une charge répartie et plusieurs charges ponctuelles peuvent être définies. La distance entre chaque charge ponctuelle est fixe et définie à partir d'un point de référence. La distance entre chaque groupe est fixe ou varie pour simuler une situation réelle comme un pont de chemin de fer ou un pont routier. Le but est de positionner les systèmes de charges de manière à produire l'effet le plus défavorable sur la structure.

Le programme détermine d'abord les lignes d'influence de chaque effet, résultat ou réaction de chaque section d'un élément de la structure. Ces lignes d'influence, définies par l'ordonnée de la position d'une charge par rapport à une section donnée, sont calculées pour tous les efforts internes, toutes les réactions et toutes les déformations. Pour chaque ligne d'influence, le processus détermine les paramètres prépondérants tels que la position du changement de signe qui définit la partie négative et positive de l'influence. La surface sous la courbe est déterminée pour chaque champ. Le système de

charge est ainsi positionné (pour une section donnée et un effet donné) sur les lignes d'influence et est déplacé pour trouver l'effet le plus défavorable.

Gestionnaire de systèmes de charges mobiles

Le Gestionnaire des systèmes de charges mobiles est un [gestionnaire de base de données standard de Scia Engineer](#). Il fonctionne comme tous les autres.

Les composants du **Gestionnaire de système de charge mobile** sont :

- la liste des systèmes de charges définis
- la fenêtre d'aperçu avec les paramètres du système de charge sélectionné dans la liste.
- la fenêtre graphique affichant le système de charge sélectionné dans la liste.
- les boutons de commandes (boutons standard des Gestionnaires de base de données Scia Engineer).

Système de charge simple

Un système de charge simple se compose d'une charge répartie et d'une ou plusieurs charges ponctuelles séparées par une distance donnée.

Le système de charge est défini par les paramètres suivants :

Nom	Spécifie le nom du système.
100% d'infl. des charges sur LI nég.	Si cette option est activée, la totalité de la charge ponctuelle au-dessus de la partie négative de la ligne d'influence est prise en compte dans le calcul. Un relâchement total de la charge peut se produire à cause des charges ponctuelles.
Charge répartie	Définit la valeur de la charge répartie.
Charge ponctuelle	Plusieurs charges ponctuelles peuvent être définies dans ce tableau. La première colonne contient la valeur des charges.
Décalage	Cette colonne définit le décalage d'une charge par rapport à un point de référence (voir l'exemple ci-dessous).



Remarque : En cliquant avec le bouton droit de la souris sur le numéro de la ligne du tableau, un petit menu contextuel apparaît et vous permet (i) d'insérer une nouvelle ligne, (ii) de supprimer la ligne sélectionnée ou (iii) de supprimer le contenu.

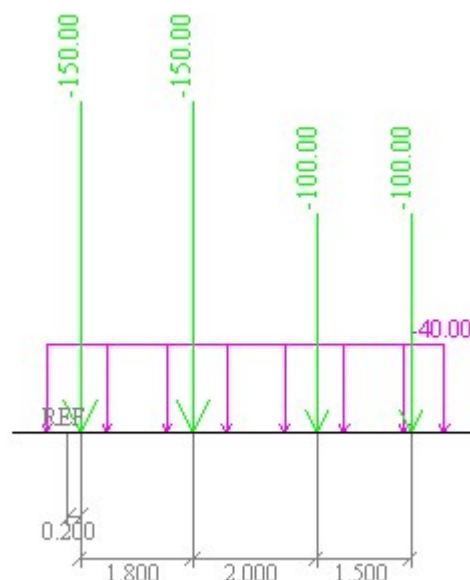


Remarque : Si nécessaire, le tableau entier peut être supprimé via le bouton **Suppr. tout** sous le tableau.

Exemple

Les deux images suivantes illustrent la définition d'un ensemble de charges ponctuelles et de leur position.

	concentratedLoad	Offset
1	-150,00	0,20
2	-150,00	2,00
3	-100,00	4,00
4	-100,00	5,50
*	0,00	0,00



Système de charge avancé

Un système de charge avancé se compose de charges réparties ou d'une combinaison de charges réparties et ponctuelles.

Nom	Spécifie le nom du système.
% d'infl. des charges sur LI nég.	Ce champ définit le pourcentage de l'ordonnée de la ligne d'influence utilisé pour les charges ponctuelles situées au-dessus de la partie négative de la ligne d'influence. La valeur zéro indique que la charge ponctuelle est ignorée dans le calcul de la réponse totale. 100 % indique que la charge entière est prise en compte avec un signe négatif.

Charge répartie

Un onglet permet de définir un système de charge avancé composé exclusivement de charges réparties.

Charge répartie	Définit la valeur de la charge répartie.
Amplitude de la charge	Dans ce champ, vous pouvez introduire la valeur de l'amplitude de la charge. Le but de l'amplitude est de disposer d'un moyen facile pour définir un très grand nombre de charges ponctuelles considérées comme une charge répartie. Pendant le calcul, l'amplitude de la charge est divisée en 15 charges ponctuelles internes avec les réductions correspondantes aux extrémités.
Longueur de la charge.	Longueur de l'amplitude de la charge divisée en 15 charges ponctuelles.

Charge ponctuelle

Un onglet permet de définir un système de charge composé de charges réparties et ponctuelles.

Charge répartie	Définit la valeur de la charge répartie.
Charge ponctuelle	Plusieurs charges ponctuelles peuvent être définies dans ce tableau. La première colonne contient la valeur des charges.
Décalage	Cette colonne définit le décalage d'une charge par rapport à un point de référence (voir l'exemple ci-dessous).
Nombre de groupes	Définit le nombre de groupes de charges ponctuelles dans le système de charge. Ce paramètre contrôle d'autres paramètres d'édition.



Remarque : En cliquant avec le bouton droit de la souris sur le numéro de la ligne du tableau, un petit menu contextuel apparaît et vous permet (i) d'insérer une nouvelle ligne, (ii) de supprimer la ligne sélectionnée ou (iii) de supprimer le contenu.



Remarque : Si nécessaire, le tableau entier peut être supprimé via le bouton **Suppr. tout** sous le tableau.

Paramètres additionnels pour un (1) groupe de charges ponctuelles

Interrompre la charge répartie à l'endroit du groupe de charges ponctuelles	Si cette option est activée, la plus petite valeur de la charge répartie peut être introduite à l'endroit des charges ponctuelles.
Charge interrompue	Valeur de la charge répartie à l'endroit des charges ponctuelles.
Début de l'interruption	Début de l'intervalle avec une charge répartie réduite. La position est définie comme une distance à partir d'un point de référence.
Fin de l'interruption	Fin de l'intervalle avec une charge répartie réduite. La position est définie comme une distance à partir d'un point de référence.

Paramètres additionnels pour deux (2) groupes de charges ponctuelles

Un système de charge avec deux groupes de charges est caractérisé par une distance variable entre les groupes de charges. Le système détermine la distance critique donnant l'effet maximal.

Distance min. entre groupes de charges	Distance minimale entre groupes de charges.
Distance max. entre groupes de	Distance maximale entre groupes de charges.

charges	
Charge répartie mobile entre groupes de charges	La signification de ce paramètre est similaire au pourcentage d'influence des charges sur la ligne d'influence négative pour les charges ponctuelles. Dans un système de charge simple composé d'un groupe, la charge répartie est divisée en deux parties (partie négative et positive de la ligne d'influence) afin d'obtenir l'effet maximal. Dans le cas d'un système de charge avancé, il est possible d'introduire une charge répartie réduite entre chaque travée positive ou négative pour réduire la valeur du maximum trouvé.

Paramètres additionnels pour trois (3) groupes de charges ponctuelles

Un système de charge avec trois groupes de charges est caractérisé par une distance fixe entre les groupes de charges.

Distance entre groupes de charges	Cette valeur définit la distance entre les groupes de charges du système.
Charge répartie mobile entre groupes de charges	La signification de ce paramètre est similaire au pourcentage d'influence des charges sur la ligne d'influence négative pour les charges ponctuelles. Dans un système de charge simple composé d'un groupe, la charge répartie est divisée en deux parties (partie négative et positive de la ligne d'influence) afin d'obtenir l'effet maximal. Dans le cas d'un système de charge avancé, il est possible d'introduire une charge répartie réduite entre chaque travée positive ou négative pour réduire la valeur du maximum trouvé.

Définition d'un nouveau système de charge

Pour définir un nouveau système de charge

1. Ouvrez le Gestionnaire de systèmes de charges mobiles via la fonction de l'arborescence **Charges mobiles > Bibliothèque de systèmes de charges**.
2. Cliquez sur le bouton **Nouveau** pour ouvrir la boîte de dialogue.
3. Sélectionnez un système de charge simple ou avancé.
4. Définissez les paramètres.
5. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
6. Répétez l'opération autant de fois que nécessaire.
7. Fermez le Gestionnaire de systèmes de charges mobiles

Cas de charges générés

Théorie

Au cours de l'évaluation, les lignes d'influence de chaque point de la trajectoire sont calculées pour les résultats des composantes (par ex. My). L'évaluation est réalisée et la position critique de la charge est déterminée. Cette position engendre

la valeur maximale de M_y dans la section. La valeur est stockée avec les valeurs des autres composantes et une nouvelle évaluation est réalisée pour la section suivante.

Une fois le calcul effectué pour chaque section intermédiaire, l'enveloppe peut être générée. Le système peut ensuite générer les enveloppes des résultats des autres composantes (p.ex. V_y , V_z , etc.) Rappelez-vous que l'enveloppe n'est pas représentée comme un cas de charge existant. Il s'agit d'un cas de charge fictif qui génère les extrêmes trouvés. Par conséquent, cette enveloppe n'est pas utilisable, par exemple, pour la conception d'éléments en béton.

Gestionnaire de cas de charges générés

Le **Gestionnaire de cas de charge générés** est un [gestionnaire de base de données standard de Scia Engineer](#). Il fonctionne comme tous les autres.

Les composants du **Gestionnaire de cas de charge générés** sont :

- la liste des définitions,
- la fenêtre d'aperçu avec les paramètres de la définition sélectionnée,
- les boutons de contrôle (boutons standard du gestionnaire de base de données Scia Engineer).

Pour ouvrir le Gestionnaire de cas de charge générés

1. Ouvrez le service **Charges mobiles**.
2. Appelez la fonction **Configurer les cas de charges générés**.
3. Le gestionnaire s'affiche à l'écran.

Configuration d'une nouvelle définition pour la génération des cas de charge

Le calcul avec les enveloppes est exécuté pour les définitions du calcul. Chaque définition est composée d'une charge unité et d'un système de charge qui se déplace suivant les lignes d'influence à partir de la charge unité correspondante. Plusieurs charges unités et plusieurs systèmes de charges peuvent être inclus dans la définition. Dans ce cas, chaque système de charge se déplace suivant toutes les charges unités.

Paramètres de la définition

Nom	Spécifie le nom du système.
Utiliser pour le calcul	Si cette option est activée, la trajectoire est utilisée pour le calcul. Dans le cas contraire, elle n'est pas prise en compte.
Sélection de la charge unité	Permet de sélectionner la charge unité.
Sélection du système de charge	Sélectionne le système de charge.

Parcours limité

Le processus d'évaluation tente de déterminer la position la plus critique de la charge mobile sur la structure. La valeur maximale est parfois atteinte lorsque la charge mobile est partiellement en dehors de la structure. Ce groupe de paramètres permet de définir une partie (intervalle) de la trajectoire où la charge mobile peut se déplacer. Cette limitation peut, par exemple, empêcher le système de charge de quitter partiellement la structure.

La limite de la longueur de la trajectoire est déterminée de telle façon que les valeurs des lignes d'influence hors de l'intervalle spécifié valent zéro.

Le point de départ correspond à la position de la charge ponctuelle la plus à gauche dans le système de charge. De même, le point final correspond à la position du groupe le plus à droite. La charge uniformément répartie est divisée entre les travées positives et négatives de la ligne d'influence.

Activer	Si cette option est activée, la longueur limite de la trajectoire peut être définie.
Départ	Début de la trajectoire autorisée.
Fin	Fin de la trajectoire autorisée.

Paramètres supplémentaires

Coefficient pour les efforts	La norme VOSB impose un coefficient multiplicateur pour chaque effort interne et réaction en fonction de la position de la charge mobile. Les résultats des lignes d'influence pour les déformations ne sont pas multipliés. La même convention est appliquée pour le coefficient dynamique des normes CSN 736203 et ENV 1991-3. Consultez le chapitre Paramètres utilisés pour déterminer l'effet maximal pour plus d'informations.
Facteur mobile	Le facteur mobile est utilisé pour les trajectoires simples et doubles ou si seule la barre principale de la structure est prise en compte. Ce coefficient est utilisé pour multiplier tous les résultats. Il n'existe pas de facteur similaire dans CSN 736203, la valeur 1,0 peut être utilisée. Consultez le chapitre Paramètres utilisés pour déterminer l'effet maximal pour plus d'informations.

Sélections des éléments

Tous les éléments	Si cette option est activée, tous les éléments sont pris en compte. Si elle est désactivée, il faut sélectionner manuellement les éléments.
Sélection	Disponible uniquement si l'option ci-dessus est désactivée. Ouvrir une boîte de dialogue pour la sélection manuelle des éléments.

Composants

Sélection des composantes	Ouvre une boîte de dialogue pour la sélection manuelle des composants.
Liste des composantes disponibles	Les composants peuvent aussi être sélectionnés directement dans la boîte de dialogue principale.

Procédure de calcul et d'évaluation

Procédure de calcul et d'évaluation

Plusieurs étapes sont nécessaires pour calculer et concevoir une structure soumise à des charges standard (vent, neige, etc.) combinées avec une charge mobile.

Etape 1: définition de la structure + poids propre

Définition de la structure et d'un cas de charge (p.ex. poids propre).

Etape 2: définition d'une charge mobile

Définition d'une ou plusieurs trajectoires dans le projet.

Etape 3: génération des lignes d'influence

Exécution du calcul linéaire.

Etape 4: affichage des lignes d'influence dans les sections spécifiées

Les lignes d'influence, générées par le déplacement d'une charge unité sur la structure, sont stockées pour chaque effort interne, réaction et déformation pour chaque section de la structure. Les lignes d'influence peuvent être visualisées via l'arborescence **Charges mobiles > Lignes d'influence**.

Etape 5: définition d'un système de charge représentant une charge mobile

[Définissez un système de charge simple ou avancé](#) représentatif de la charge mobile. Utilisez la fonction de l'arborescence **Charges mobiles > Bibliothèque de systèmes de charges**.

Etape 6: détermination de la position critique de la charge mobile, c'est-à-dire la position qui entraîne l'effet maximal

Dès que la charge mobile est définie, le calcul avec les lignes d'influence peut être exécuté. Utilisez la fonction de l'arborescence **Charges Mobiles > Analyse détaillée** pour générer les enveloppes des extrêmes dans les sections.

Etape 7: combinaison avec des cas de charge standard

Lorsque le calcul des lignes d'influence est terminé, les résultats obtenus peuvent être combinés avec les résultats des cas de charge standard agissant sur la structure. Vous pouvez créer des combinaisons composées de cas de charge "mobile" et de cas de charge standard. Utilisez le service Résultats pour visualiser les résultats.



Remarque : La liste des cas de charge (dans le Gestionnaire de cas de charge, dans la boîte de dialogue des combinaisons de cas de charge ou dans les cas de charge disponibles pour l'affichage des résultats) contient les cas de charge automatiquement générés et introduits lors de l'utilisation des lignes d'influence. Souvenez-vous que ces enveloppes représentent les extrêmes déterminés et non le système de charge positionné. Ces enveloppes ne constituent que le résultat de l'action d'une charge virtuelle (charge dont l'effet est l'enveloppe). Par conséquent, ces enveloppes ne peuvent pas être utilisées pour la conception et le contrôle des éléments en acier de la structure.

Calcul des lignes d'influence

Les étapes suivantes doivent être réalisées avant le calcul des lignes d'influence :

- création du projet et définition d'un cas de charge (p.ex. poids propre),
- définition d'une trajectoire,
- définition d'une charge unité qui représente la charge se déplaçant suivant la trajectoire,
- exécution du calcul linéaire. Le service **Charges mobiles** propose alors les lignes d'influence calculées.

L'évaluation est décrite au chapitre [Analyse des lignes d'influence calculées](#).

Pour plus d'informations, consultez le chapitre [Procédure de calcul et d'évaluation](#).

Voir aussi `AL("Load",0,'')`

Analyse des lignes d'influence calculées

Une fois les [lignes d'influence calculées](#), vous pouvez les visualiser et les analyser.

Pour analyser les lignes d'influence calculées

1. Effectuez le calcul suivant les instructions du chapitre [Calcul des lignes d'influence](#).
2. Ouvrez le service **Charges mobiles**.
3. Dans la fonction **Ligne d'influence**, sélectionnez les résultats : (i) déformation des barres, (ii) efforts internes des barres, (iii) déformation des nœuds, (iv) appuis, (v) contraintes.

Dans la fenêtre de propriétés, sélectionnez la charge unité pour laquelle il faut analyser les résultats.

4. Utilisez le bouton d'action **Contrôle simple** pour visualiser les résultats d'un seul élément (pour plus de détails, voir ci-dessous).
5. Ou utilisez le bouton **Aperçu** pour visualiser les résultats des éléments sélectionnés sous forme de tableau dans la fenêtre d'aperçu (pour plus de détails, voir ci-dessous).

Contrôle simple (analyse des lignes d'influence pour un seul élément)

Cette fonction ouvre une boîte de dialogue affichant toutes les lignes d'influence du groupe sélectionné ((i) déformation des barres, (ii) efforts internes des barres, (iii) déformation des nœuds, (iv) appuis, (v) contraintes).

La boîte de dialogue comporte une fenêtre graphique et des éléments de contrôle.

Fenêtre graphique

Cette fenêtre affiche la ligne d'influence sélectionnée à l'échelle définie. Les fonctions de base du zoom sont accessibles par l'intermédiaire du menu contextuel. Une fenêtre de zoom peut être définie en maintenant enfoncé le bouton de la souris et en la déplaçant.

L'axe x du diagramme montre la trajectoire "droite" de la charge mobile. Cela signifie que la longueur réelle est affichée pour les trajectoires non droites.

Description

Ce contrôle définit la densité des valeurs numérique liées à la ligne d'influence affichée

- Extrêmes : seuls les extrêmes sont représentés.
- Tous : toutes les valeurs calculées de la ligne d'influence sont représentées.
- Tous + nombre : chaque valeur N est représentée.

Barre / Appui / Nœud / Élément 2D

(Information seulement) Cet élément affiche le nombre d'éléments analysés.

Profil

(Disponible uniquement pour les barres) Chaque ligne d'influence est liée à un point fixe. Cette zone de texte définit la position de la section analysée, c'est-à-dire l'endroit où se trouve la charge unité. Après avoir introduit la valeur, cliquez sur le bouton **Régénérer**.

Position

Ces zones de texte sont utilisées pour le calcul des lignes d'influence des éléments 2D. Elles indiquent les coordonnées du point analysé. Après avoir introduit la valeur, cliquez sur le bouton **Régénérer**.

Type

Suivant le groupe sélectionné ((i) déformation des barres, (ii) efforts internes des barres, (iii) déformation des nœuds, (iv) appuis, (v) contrainte), vous choisissez le résultat à analyser.

Facteur de multiplication

Les ordonnées calculées de la ligne d'influence sont multipliées par ce facteur avant d'être affichées dans la fenêtre graphique.



Remarque : Ces valeurs peuvent être très importantes, particulièrement pour les déplacements et les rotations. Elles peuvent aussi être très petites et considérées comme nulles par le programme. Par conséquent, elles pourraient ne pas s'afficher sans facteur de multiplication.

Bouton Régénérer

Ce bouton permet d'actualiser le contenu de la fenêtre graphique.



Remarque : La fenêtre graphique est toujours régénérée à l'aide de la fonction **Zoom tout**. Si vous avez modifié un détail avant la régénération et que vous souhaitez le voir à nouveau, vous devez le redéfinir.

Bouton Document

Ce bouton affiche la ligne d'influence sélectionnée sous la forme d'un tableau dans le document.

Calcul avec les lignes d'influences

Une fois les [lignes d'influence calculées](#), il est possible d'évaluer l'utilisation d'une charge mobile et de combiner les résultats avec d'autres cas de charge. Voici la procédure :

Définition d'un système de charge

[Définissez un système de charge simple ou avancé](#) représentatif de la charge mobile. Utilisez la fonction de l'arborescence **Charges mobiles > Bibliothèque de systèmes de charges**.

Exécution du calcul du projet

Exécutez le calcul linéaire.

Combinaison avec des cas de charge standard

Activez la génération des cas de charge correspondant aux positions critiques calculées. Ces cas de charge peuvent ensuite être combinés avec des cas de charge standard.

Evaluation

Exécutez le calcul linéaire pour calculer les nouvelles combinaisons de charges et analysez le modèle à l'aide du service **Résultats**.

Voir aussi `AL("Load",0,','')`

Évaluation de l'utilisation

Pour évaluer l'utilisation

1. Effectuez le calcul suivant les instructions du chapitre [Calcul avec les lignes d'influence](#).
2. Ouvrez le service **Résultats**.
3. Sélectionnez la fonction pour visualiser et analyser les résultats.



Remarque : La liste des cas de charge (dans le Gestionnaire de cas de charge, dans la boîte de dialogue des combinaisons de cas de charge ou dans les cas de charge disponibles pour l'affichage des résultats) contient les cas de charge automatiquement générés et introduits lors de l'utilisation des lignes d'influence.

Schémas de chargement (Train de charges)

Train de charges

Les trains de charges peuvent être utilisés pour définir un groupe de charges agissant sur une plaque. Ce groupe peut contenir des charges ponctuelles, réparties et rectangulaires. En général, il est supposé représenter un train, un véhicule ou une série de véhicules se déplaçant sur la plaque.

Le train de charges peut être utilisé de deux façons. Dans les deux cas, vous devez d'abord [définir le groupe de charges](#). La différence réside dans l'application du groupe de charges.

Train de charges unique

Le groupe de charges peut être [placé sur la structure en une position fixe](#). Le train de charges est converti en une charge libre standard.

Train de charges en mouvement

Le groupe de charges peut être placé sur une [trajectoire](#) et « déclenché » de façon à [se déplacer sur cette trajectoire](#). Une série de cas de charge sont générés automatiquement, chacun correspondant à une position du train de charges en mouvement.

Gestionnaire des schémas de chargement

Le **gestionnaire des schémas de chargement** est un gestionnaire de base de données standard de Scia Engineer. Il permet d'effectuer les actions suivantes :

- définir un nouveau schéma de chargement ;
- analyser et modifier les schémas de chargement ;
- copier et supprimer les schémas de chargement définis ;
- les enregistrer dans un fichier externe ;
- les importer à partir de fichiers externes créés précédemment (qui peuvent être fournis par un autre utilisateur).

Pour ouvrir le gestionnaire des schémas de chargement

Il y a plusieurs manières d'ouvrir ce gestionnaire :

Arborescence

1. Démarrez la fonction **Bibliothèque > Schéma de chargement**.

Menu

1. Démarrez la fonction **Bibliothèques > Schéma de chargement**.

Service Charges (dans le cadre de la procédure de définition d'un train de charges unique)

1. Ouvrez le service **Charges**.
2. Développez la branche **Schéma de chargement**.
3. Démarrez la fonction **Schéma de chargement unique**.
4. Le **Gestionnaire des schémas de chargements** s'affiche.

Définition du train

Pour définir un nouveau schéma de chargement (train de charges)

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Développez la branche **Schéma de chargement**.
3. Démarrez la fonction **Schéma de chargement unique**.
4. Le [gestionnaire des schémas de chargement](#) s'affiche.
5. Si aucun schéma de chargement n'a été défini, la boîte de dialogue de définition s'affiche.
6. Sinon, cliquez sur le bouton **Nouveau**.
7. La boîte de dialogue de définition **Train de charges** apparaît.
8. Définissez la charge.
9. Cliquez sur **OK** pour confirmer.

Boîte de dialogue de définition du train de charge

Nom	Indique le nom du schéma de chargement.
Description	Décrit le schéma de chargement.
Type	Définit le type d'entité à ajouter au schéma de chargement
Ajouter une nouvelle entité	Ajoute une nouvelle entité au schéma de chargement.
Supprimer entité	Supprime une entité du schéma de chargement.
Liste des entités définies avec leurs paramètres	Liste de toutes les entités définies avec leurs paramètres.

Paramètres d'un point

Direction	Définit la direction de l'effort.
Force	Valeur de la charge.
Position x1	Coordonnée X du point où la charge agit.
Position y1	Coordonnée Y du point où la charge agit.
Répéter x	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe X.
Delta x	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction X.
Répéter y	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe Y.
Delta y	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction Y.

Paramètres d'une ligne

Direction	Définit la direction de l'effort.
------------------	-----------------------------------

Force	Valeur de la charge.
Position x1	Coordonnée X du point de départ de la ligne le long de laquelle la charge agit.
Position y1	Coordonnée Y du point de départ de la ligne le long de laquelle la charge agit.
Position x2	Coordonnée X du point d'extrémité de la ligne le long de laquelle la charge agit.
Position y2	Coordonnée Y du point d'extrémité de la ligne le long de laquelle la charge agit.
Répéter x	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe X.
Delta x	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction X.
Répéter y	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe Y.
Delta y	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction Y.

Paramètres d'un rectangle

Direction	Définit la direction de l'effort.
Force	Valeur de la charge.
Position x1	Coordonnée X du premier coin du rectangle sur lequel la charge agit.
Position y1	Coordonnée Y du premier coin du rectangle sur lequel la charge agit.
Position x2	Coordonnée X du coin opposé du rectangle sur lequel la charge agit.
Position y2	Coordonnée Y du coin opposé du rectangle sur lequel la charge agit.
Répéter x	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe X.
Delta x	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction X.

Répéter y	Indique le nombre de fois que l'entité de charge est répétée le long de l'axe Y.
Delta y	Définit la distance entre les entités de charge dans la direction Y.

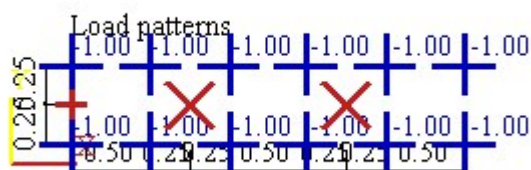
Paramètres d'un point de rotation

Le schéma de chargement (train de charges) peut être composé de nombreuses « parties ». Par exemple, imaginons un train de voyageurs comportant plusieurs wagons. Si un tel schéma de chargement se déplace le long d'une trajectoire courbe, son mouvement n'est pas celui d'un ensemble rigide. Seuls les wagons sont rigides, mais ils sont reliés l'un à l'autre par des mécanismes de « joints » pivotants. Dans le système, ceux-ci sont appelés « joints » ou « points de rotation ».

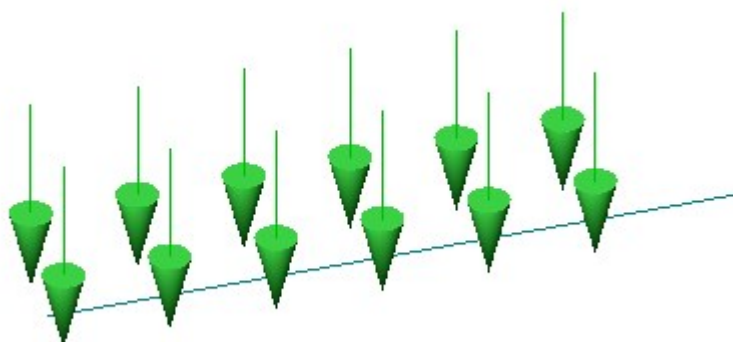
Position x	Définit la coordonnée X du point de rotation.
-------------------	---

Exemple :

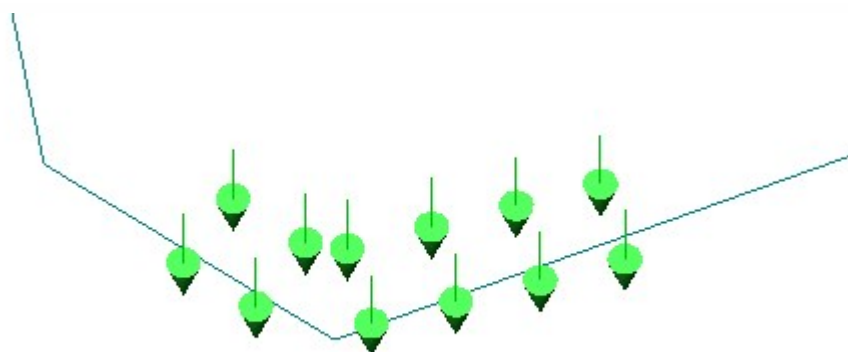
Partons d'un schéma de chargement composé de six paires de charges ponctuelles représentant trois wagons. Les points de rotation sont définis entre les wagons.



Lorsque le train passe sur une trajectoire droite, les points de rotation n'ont aucun effet.



Lorsqu'il arrive dans un angle, le système de charges complet se « décompose » au point de rotation défini.



Définition de la trajectoire

Le train de charges (ou groupe de charges) peut se déplacer le long d'une trajectoire de forme variable. Cette trajectoire peut être une simple ligne droite, un arc de cercle ou un polygone complexe composé de parties droites et courbes. Pour définir la trajectoire, vous pouvez recourir à tous les outils Scia Engineer standard de définition d'un polygone.

Pour définir une nouvelle trajectoire

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Développez la branche **Schéma de chargement**.
3. Démarrez la fonction **Nouvelle trajectoire**.
4. Définissez les sommets de la trajectoire.
5. Appuyez sur **Échap** pour terminer la définition.

Lorsque la trajectoire est définie, vous pouvez configurer ses paramètres. Ces derniers sont accessibles dans la fenêtre des propriétés qui s'affiche lorsque vous sélectionnez la trajectoire.

Nom	Définit le nom de la trajectoire.
Utiliser pour le calcul	La trajectoire du train de charges peut être utilisée pour calculer la charge mobile normale. Si cette option est activée, la trajectoire est utilisée pour le calcul des lignes d'influence de la charge unitaire en mouvement. Si cette option est désactivée, la trajectoire n'est pas prise en compte dans le calcul.
Nœuds utilisés	(valeur informative) Indique le nombre de nœuds de la trajectoire (sommets).
Nœuds de la trajectoire	Liste de tous les nœuds de la trajectoire. Chaque nœud d'extrémité de chaque intervalle de la trajectoire peut être utilisé pour définir les dalles exposées à l'effet d'un train de charges.

Définition d'une trajectoire sur des dalles du modèle

Pour expliquer cette opération, qui peut sembler illogique de premier abord, imaginons un entrepôt à plusieurs étages où une trajectoire est définie à l'étage supérieur. En général, un train de marchandises (comme les trains de fourgons qui transportent les bagages dans les aéroports) peut être utilisé pour l'acheminement de différents types de cargaisons. Dans notre exemple, ce « train » peut circuler à différents étages de l'entrepôt. Vous devez donc indiquer l'étage ou les étages où le train se déplace et ceux qui ne comportent que des bureaux.

Pour ce faire, vous ne devez pas utiliser la trajectoire dans son ensemble, mais vous devez affecter les dalles à chaque intervalle du polygone de la trajectoire (naturellement, il s'agira d'un seul intervalle si la trajectoire a été définie comme un arc ou une ligne simple).

Pour affecter une trajectoire à une dalle

1. Sélectionnez la trajectoire.
2. La fenêtre des propriétés affiche la liste des nœuds (sommets) de la trajectoire.
3. Sélectionnez le nœud d'extrémité de l'intervalle de la trajectoire. (Le nœud sélectionné est un élément déterminant.)
4. Cliquez sur le bouton [...]lié à ce nœud.
5. Une petite boîte de dialogue s'affiche.
6. La partie gauche de la boîte de dialogue répertorie toutes les dalles. La partie droite répertorie les dalles affectées.
7. Sélectionnez les dalles requises dans la liste de gauche et, à l'aide des boutons du milieu, déplacez-les vers la liste de droite. REMARQUE : si la liste de droite est vide, cela signifie que le train de charges agit sur TOUTES les dalles.
8. Fermez la boîte de dialogue de sélection.



Remarque importante : si l'affectation des dalles aux intervalles de trajectoire est modifiée après la génération des cas de charge pour cette trajectoire spécifique, tous ces cas de charge (ainsi que les éventuelles combinaisons issues de ces cas de charge) doivent être supprimés et de nouveaux cas doivent être générés. Les combinaisons doivent aussi être redéfinies.

Définition d'un train de charges unique

Le train de charges défini peut être placé sur la structure en tant que charge statique simple.

Pour définir un train de charges unique

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Développez la branche **Schéma de chargement**.
3. Démarrez la fonction **Schéma de chargement unique**.
4. Le [gestionnaire des schémas de chargement](#) s'affiche.

5. Si aucun schéma de chargement n'a encore été défini, définissez-en un à ce stade.
6. Sélectionnez le schéma de chargement.
7. Fermez le **gestionnaire des schémas de chargement**.
8. Positionnez le schéma de chargement (groupe de charges).
9. Appuyez sur **Échap** pour terminer la définition.

Après avoir positionné le schéma de chargement, il est automatiquement transféré en [charges libres standard](#). Si le schéma de chargement est constitué de plusieurs entités (charges ponctuelles ou réparties), il est scindé en un ensemble de charges libres indépendantes du type approprié.

La validité de la charge est définie par défaut sur **Tout**. Si la charge est censée n'avoir d'effet que sur certaines dalles dans un immeuble à plusieurs étages, elle doit être modifiée ensuite dans la fenêtre des propriétés.

Le train de charges ne peut pas être ajouté à un cas de charge de type « poids propre ».

Génération de charges à partir d'un train se déplaçant le long d'une trajectoire

Après avoir défini le train de charges (schéma de chargement) et la trajectoire, vous pouvez générer les cas de charge correspondant aux positions du train en mouvement.

Pour générer les cas de charge pour le train en mouvement

1. Ouvrez le service **Charge**.
2. Développez la branche **Schéma de chargement**.
3. Démarrez la fonction **Schéma de chargement sur trajectoire**.
4. Le **générateur de trains de charges** s'affiche.
5. Sélectionnez le schéma de chargement, la trajectoire ainsi que d'autres paramètres.
6. Cliquez sur **OK** pour confirmer.
7. Les cas de charge correspondants sont générés. Vous pouvez les passer en revue et les modifier dans le **gestionnaire des cas de charge**.

Générateur de trains de charges

Schéma de chargement	Sélectionne le schéma de chargement qui se déplacera le long de la trajectoire.
Attribution du parcours	Sélectionne la trajectoire qui sera suivie par le schéma de chargement.
Groupe Charges	Définit le groupe de charges pour les cas de charge générés.
Nom du cas de charge	Définit la base du nom des cas de charge générés.

Pas	Pas suivant lequel le schéma de chargement sélectionné se déplacera le long de la trajectoire déterminée. Un cas de charge distinct est généré pour chaque position de la charge en mouvement.

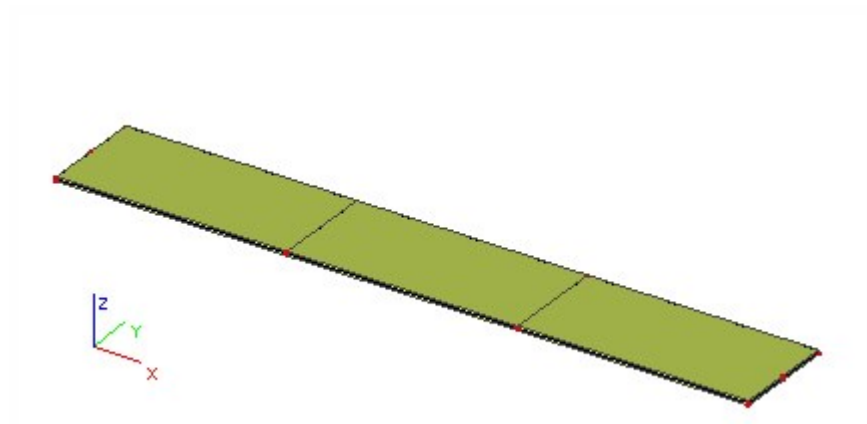


The following chapter is currently available only in English.

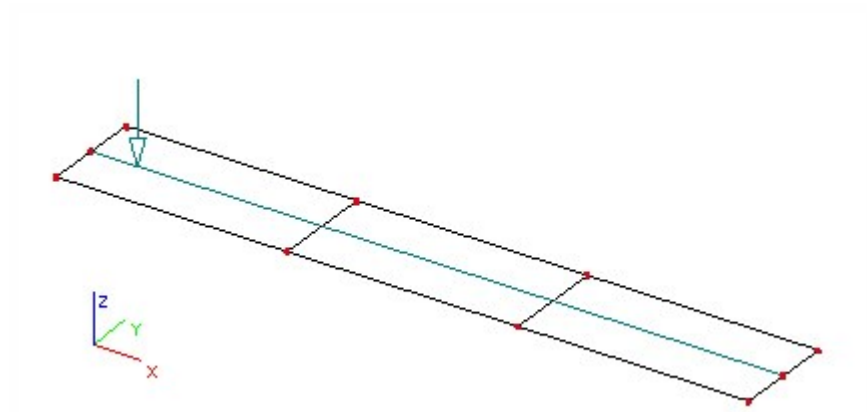
Sample input of a load pattern on a track

The below is an example of a proper input procedure for the definition of a train load (or, generally speaking, load pattern moving along a track).

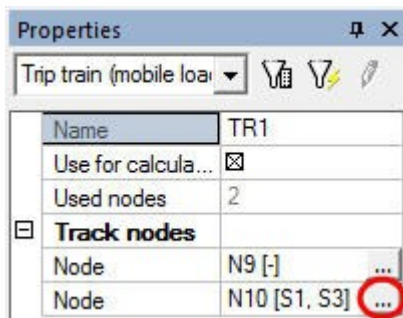
First, we input a simple structure composed of three slabs in a row (from left to right: S1, S2, and S3).



Second, we define a track in the middle of this strip (function **Load > New mobile track**).

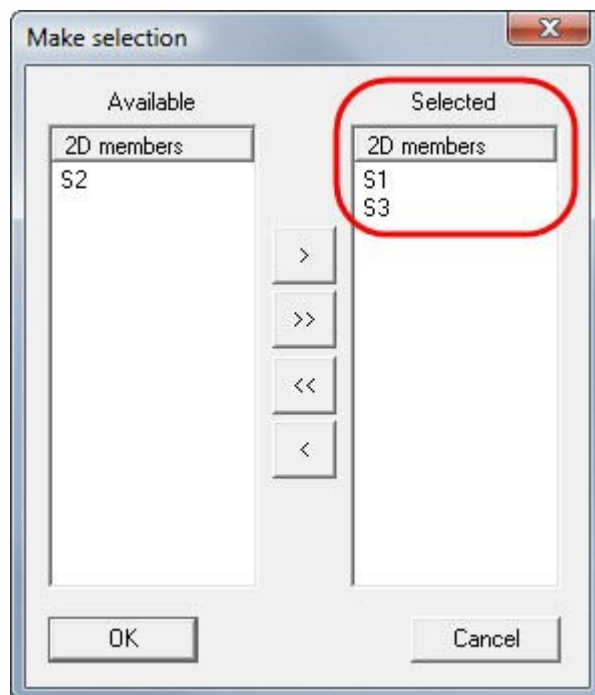


When the track is input, we can adjust its parameters in the Property window.



What deserves a special attention is the node list under **Track nodes** section of the dialogue. The list contains all the nodes of the track in question. Especially the last node of each interval of the track is very important. In our example we have input a single-interval track. In practice, the track may be defined as a polygon. In that case, each end-node of each interval is of the same importance.

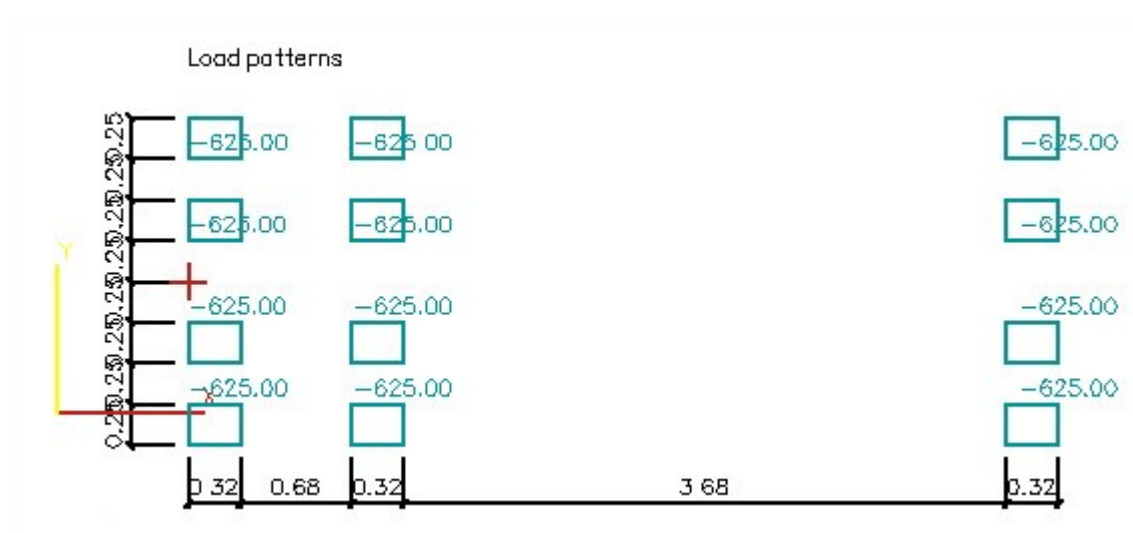
The three-dot button at each end-node opens a dialogue that defines the "validity" of the particular track interval. It means that we can select only certain slabs from the model that will be subjected to the generated train load. Slabs not included into this list will not be affected by the load generated on the track interval.



In our example, we define that the load track is "valid" only for slabs S1 and S3 (Slab S2 thus will not be subjected to any generated mobile load).

Next, we define the load pattern that will move along the track (function **Load > Single load pattern**).

In our example we create the following load pattern.

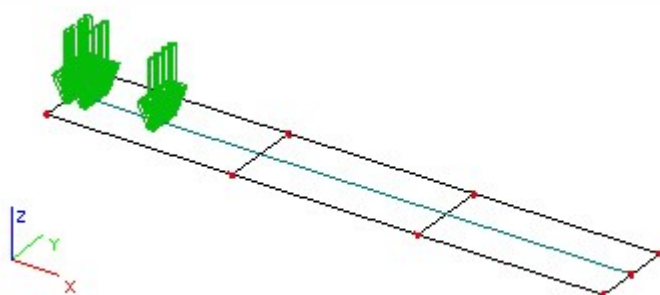


Finally, we can let the program to move the load pattern along the track and generate a new load case for each position of the load (function **Load > Load pattern on track**).

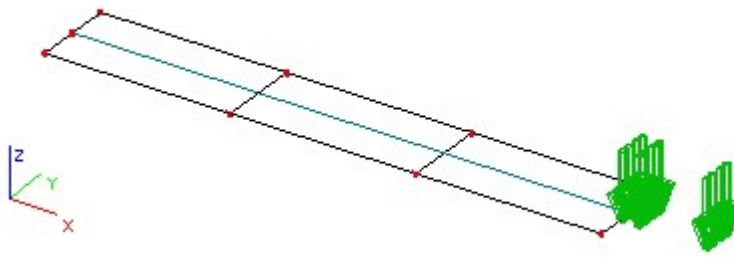
Train loads generator	
Load pattern	vk60Q
Track assignment	TR1
Load group	LG2
Load case name	TR1/vk60Q
Step [m]	1,000

The program generates a set of new load cases. Each new load case corresponds to one position of the mobile load. In our example we get 36 new load cases (the structure is 33 m long, the load pattern is 5 m long and the step for the "move" of the load is set to 1 m).

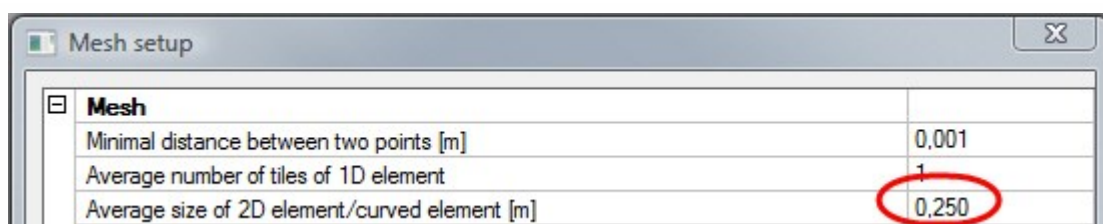
Load position 1 = load case LC1:



Load position 36 = load case LC36:



As the next step, we have to generate the finite element mesh so that the program can accurately distribute the load in the generated load cases to the slab. It is important to set the right size of the finite elements (function **Calculation, Mesh > Mesh setup**).

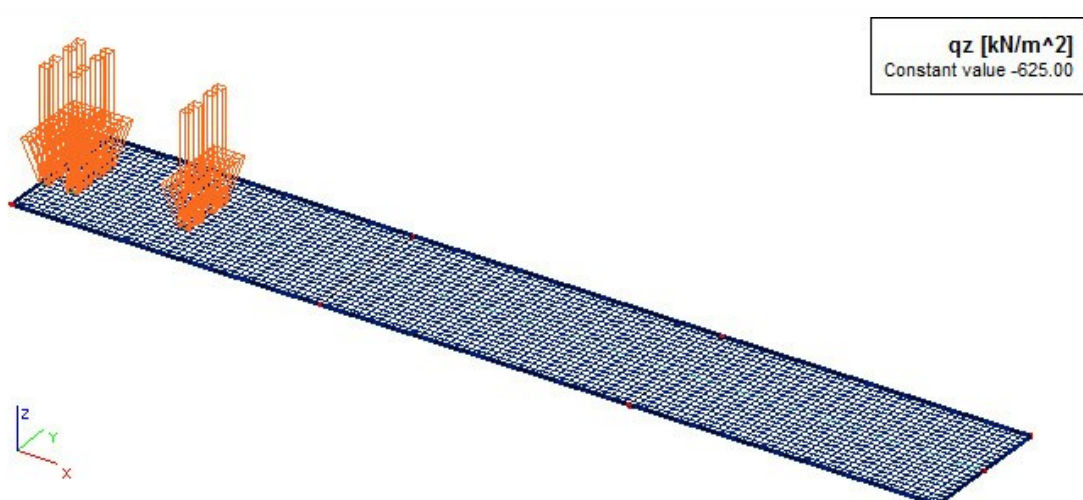


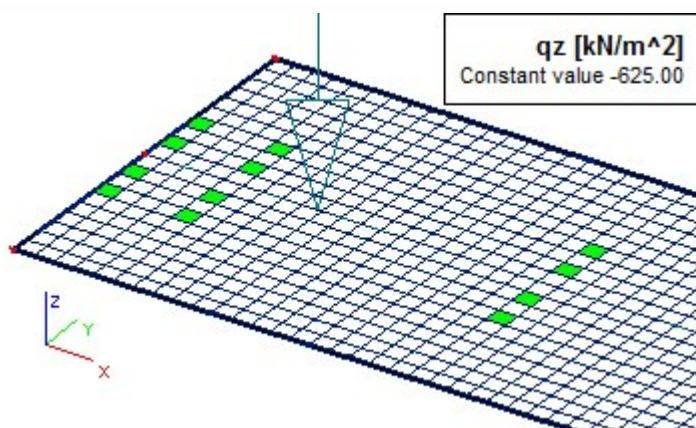
When the finite element mesh is generated, we can check the input data and see how the program distributed the load patterns (formed by point loads) to individual finite elements (area load). We can also check that this distribution of load takes account of the "validity" of individual track intervals. In our example we will see that the middle slab S2 will not be subjected to any generated load.

In order to perform the check of the input data, option **Test of input data** in function **Calculation, Mesh > Calculation** must be started.

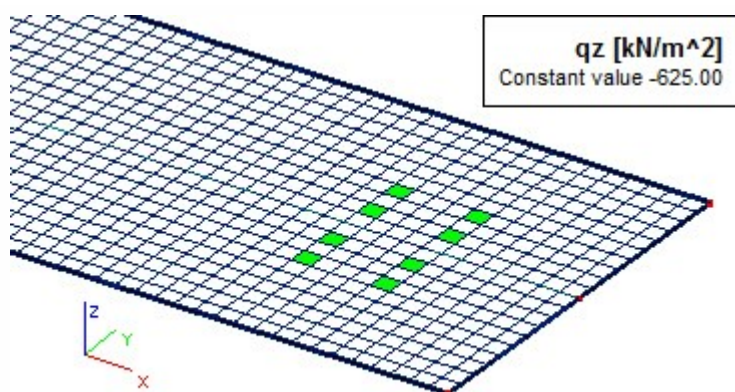
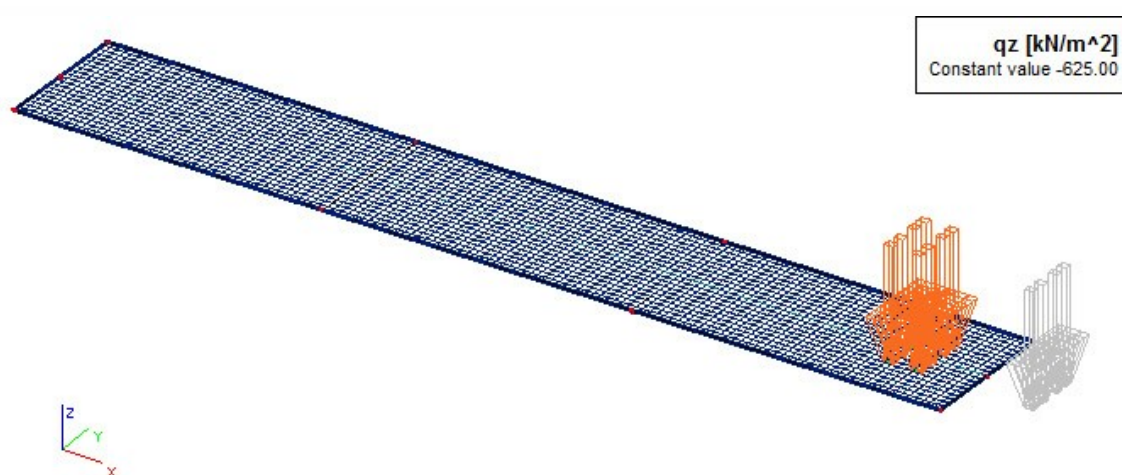
Once this check has been completed, a new function appears under **Calculation, Mesh > Calculation: 2D data viewer**.

The generated and distributed load for LC1 (the green elements are those that are subjected to the calculated area load):

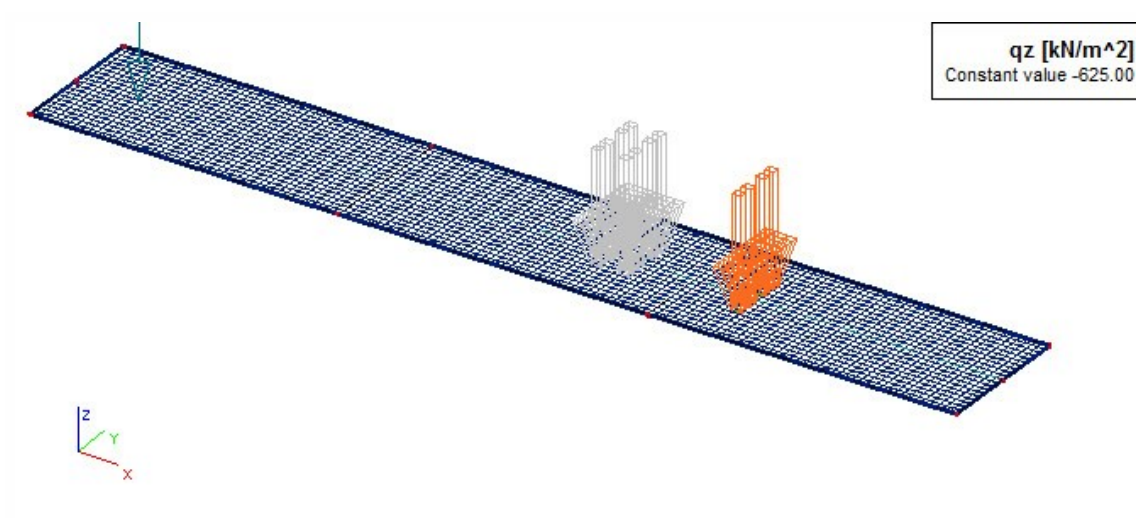




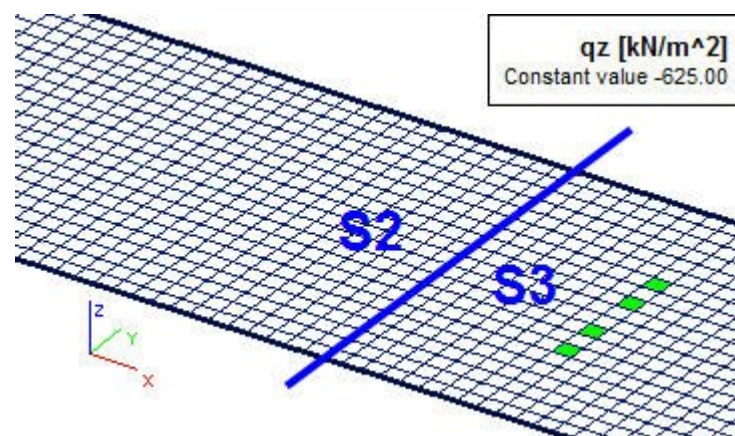
The generated and distributed load for e.g. LC33:



And finally, we can check that slab S2 is not subjected to any load generated during the above-described procedure. Let us take e.g. load case LC22.



The load located over slab S2 is displayed in grey colour and it generates no area load in the finite elements of slab S2.



It is important to take in mind two important rules: (1) The procedure described above must be strictly followed. First, the validity of the track intervals must be adjusted and only then the load pattern can travel along the track. (2) The size of the finite element mesh must be properly set. Otherwise, nothing is displayed in function **2D data viewer**.