lateral buckling restraint - attaches - steel check - creep - charges climatiques - dynamic analysis - lateral buckling brandweerstandsanalyse - timber - 1st order - verstijvers - buisverbinding - diseño de planos de armaduras - pandeo lateral verbindingen - shear connection - verificación - armatures longitudinales - pórtico - unión base columna - voorontwerp - unión tubular - haunch - connexion moment - cimbras - vérification acier - unity check - Eurocode 2 - mesh - retaining wall - raidisseur -Eurocode 3 - longitudes de pandeo - connections - ACI 138 - acero - 2nd ordre - portal frame - Eurocode 8 - andamios - kip dwarskrachtverbinding - BS 8110 - dalle de fondation - seismische analyse - armaduras longitudinales - BM - gelaste verbinding - 2de orde - buckling - funderingszool - poutre sur plusieurs appuis - maillage - malla - uniones - 2D raamwerken - fire resistance analysis voiles - cracked deformation - gescheurde doorbuiging - longueurs de flambement - pandeo - reinforcement unity check - cantonera - dynamische analyse - hout - ossatures 3D - koudgevormde profielen - placa de extreme - 1er orden continuous beam - connexion soudée - momentverbinding - praktische wapening - renforts au déversement - fluencia - estribos déformation fissurée - EHE - beugels - Eurocódigo 3 - platine de bout - análisis dinámico - column base plate - kruip - rigid link - welded connection - charpente métallique - moment connections - estructuras 2D - kniestuk - assemblage métallique - 3D raamwerken – second ordre – beam grid – cargas climáticas – Eurocode 2 – Eurocode 5 – wall – deformación fisurada – lien rigide – enlace rígido – 2D frames - estructuras 3D - éléments finis - vloerplaat - steel connection - scheurvorming - integrated connection design armatures pratiques - analyse sismique - nieve y viento - practical reinforcement - charges mobiles - dalle - wapening - perfiles conformados en frío - Eurocode 3 - connexion tubulaire - unión a momento - 3D frames - treillis de poutres - roof truss - practical reinforcement design - portique - kipsteunen - análisis sísmico - Eurocode 8 - seismic analysis - B.A.E.L 91 - uniones atornilladas - bolts ossatures 2D - eindige elementen - losa de cimentación - restricciones para el pandeo lateral - Optimisation - wand - kniklengtes end plate - dakspanten - kolomvoetverbinding - stirrups - acier - staalcontrole - cálculo de uniones integrado - paroi - dessin du plan de ferraillage – stiffeners – mobiele lasten – Eurocódigo 8 – Eurocódigo 5 – longitudinal reinorcement – doorlopende liggers – rigidizador – beton armé - fluage - CTE - connexion pied de poteau - langswapening - connexions - hormigón - neige et vent - elementos finitos -

Au travail avec





armaduras - cold formed steel - jarret - uittekenen wapening - puente grúa - analyse dynamique - flambement - keerwanden - optimisation steel - cercha - 2° orden - slab on grade foundation - entramado de vigas - EUrocode 5 - prédimensionnement - multi span beam bouten - armatures - floor slab - poutre continue - pared - staal - 1er ordre - NEN 6770-6771 - connexion cisaillement - losa - déversement viga continua - predimensionering - 1ste orde - unión metálica - CM 66 - madera - análisis resistencia al fuego - verbindingen - 2nd order - bois - Eurocode 2 - profilés formés à froid - verificación acero - predesign - unión soldada - fisuración - beton - muro de contención optimalisatie - foundation pads - fissuration - concrete - AISC-LRFD - HCSS - assemblage métallique - Eurocode 3 - viga con varios apoyos - armaduras prácticas - balkenroosters - unión a cortante - buckling length - boulons - cracking - Eurocode 8 - knik -Eurocode 2 - radier - eindplaat - Eurocódigo 2 - FEM - tornillos - NEN 6720 - moving loads - balk op meerdere steunpunten - cargas móviles - funderingsplaat - étriers - analyse resistance au feu- cercha- globale knikfactor- dynamische analyse- wapening © BuildSoft, version 19.1

Toute reproduction et/ou publication, par quelque procédé que ce soit, est strictement interdite sans autorisation préalable écrite de l'éditeur.

A l'achat du programme **Diamonds**, l'acquéreur obtient une licence d'utilisation. L'utilisateur ne peut en aucun cas céder partiellement ou totalement cette licence à un tiers sans autorisation écrite préalable de l'éditeur.

L'éditeur n'est en aucun cas responsable des fautes éventuelles que le programme et/ou le présent manuel devraient encore comporter, et décline toute responsabilité pour tout dommage susceptible de découler de l'usage abusif ou non du programme **Diamonds** et/ou du présent manuel.

Table des matières

1 INTRODUCTION	5
2 COMPÉTENCES DE BASE	6
2.1. Gestion de projet	6
2.2. Gestion de modèle	7
2.3. Dessiner	8
2.4. Sélectionner	9
2.5. CONFIGURATION DE LA FENÊTRE	. 10
2.6. Types	. 12
2.7. RACCOURCIS CLAVIER	. 13
2.8. CONFIGURATION DE LA CARTE GRAPHIQUE	. 14
2.8.1. Problème 1	. 14
2.8.2. Problème 2	. 15
2.8.3. Problème 3	. 16
2.8.4. Problème 4	. 17
3. EXEMPLES EN BÉTON	. 19
3.1. EXEMPLE 1: CALCUL D'UNE POUTRE CONTINUE	. 21
3.1.1. Objectif de l'exercice	. 21
3.1.2. Définition de la structure	.21
3.1.3. Définition des charges	. 26
3.1.3.1. Créer les groupes de charges	26
 3.1.3.2. Introduire les groupes de charges 3.1.3.3. Faire des combinaisons	28
3.1.4. Calcul du maillage	. 32
3.1.5. L'analyse élastique globale	. 32
3.1.6. Calcul de l'armature	.41
3.1.7. Calcul de la flèche fissurée	. 46
3.2. EXEMPLE 2: CALCUL D'UNE DALLE DE PLANCHER	. 51
3.2.1. Objectif de l'exercice	. 51
3.2.2. Définition de la structure	. 51
3.2.3. Définition des charges	.73
3.2.3.1. Créer les groupes de charges	73
3.2.3.2. Introduction des groupes de charges 3.2.3.3. Faire des combinaisons	74 75
3.2.4. Calcul du maillage	.75
3.2.5. L'analyse élastique globale	. 78
3.2.6. Calcul de l'armature	. 86
3.2.7. Calcul de la flèche fissurée	.91
3.2.8. Etablissement d'une note de calcul	. 96
3.2.8.1. Dimensionnement	96
3.2.8.2. Sous-rapport 1: Geometrie	100
3.2.8.4. Sous-rapport 3: Résultats globaux	108
3.2.8.6. Aperçu avant impression	110
3.3. EXEMPLE 3: CALCUL D'UNE PLAQUE DE FONDATION SUR BASE DE DONNI	ÉES
DE SONDAGE	114

3.3.1. Définition de la structure	115
3.3.2. Définition des charges	126
3.3.2.1. Créer les groupes de charges	126
3.3.2.2. Inflotune les groupes de charges 3.3.2.3. Faire des combinaisons	127
3.3.3. Calcul du maillage	130
3.3.4. L'analyse élastique globale	131
3.3.5. Calcul de l'armature	135
3.3.6. Calcul de la flèche fissurée	139
3.4. EXEMPLE 4: EXTENSION À UN OUVRAGE 3D AVEC MURS PORTEUR	S EN
MAÇONNERIE	142
3.4.1. Définition de la structure	143
3.4.2. Définition des charges	161
3.4.2.1. Créer les groupes de charges	161
3.4.2.2. Introduire les groupes de charges	162
3.4.3. Calcul du maillage	164
3.4.4. L'analyse élastique globale	165
3.4.5. Calcul de l'armature	165
3.4.6. Calcul de la flèche fissurée	167
3.5. EXEMPLE 5: MODÉLISATION D'UN SOUS-SOL	170
3.5.1. Définition de la structure	
3.5.2 Définition des charges	181
3.5.2.1. Créer les groupes de charges	
3.5.2.2. Introduire des groupes de charges	183
3.5.3. Calcul du maillage	
3.5.4. L'analyse élastique globale	
355 Calcul de l'armature	187
4 EXEMPLES EN ACIER	189
4.1 EXEMPLE 1.2D	190
4 1 1 Objectif de l'exercice	190
4 1 2 Définition de la structure	190
4 1 3 Définir des charges	107
4.1.3.1. Créer les groupes de charges	
4.1.3.2. Introduire les groupes de charges	202
4.1.5.5. Faire des comonaisons	213
4 1 5 L'analyse élastique globale	213
4 1 6 Paramètres du contrôle de stabilité	213
4.1.6.1. Flambement	
4.1.6.2. Déversement	227
4.1.7. Le contrôle de résistance et de stabilité	229
4.1.8. Optimisation du choix des profils	237
4.2. EXEMPLE 2: 3D	240
4.2.1. Objectit de l'exercice	240
4.2.2. Définition de la structure	240
4.2.3. Définir des charges	254
4.2.3.1. Creer les groupes de charges4.2.3.2. Introduire les groupes de charges	254
4.2.3.3. Faire des combinaisons	266

4.2.4. Calcul du maillage	
4.2.5. L'analyse élastique globale	
4.2.6. Paramètres pour le contrôle de stabilité	
4.2.6.1. Flambement	
4.2.6.2. Deversement	
4.2.8 Optimisation du choix des profils	
4.2.0. Calcul das assamblaças	
4.2.9.1 Détails de l'assemblage	
4.2.9.2. Sélectionner des combinaisons	
4.2.9.3. Calculer l'assemblage 4.2.9.4. Placer l'assemblage dans la bibliothèque	
4.2.9.5. Attribuer les assemblages	
4.2.9.6. Vérifier des nœuds dans Diamonds	
5.1 EVENDLE 1.2D	
5.1.1 Objectif de l'exercice	
5.1.2. Définition de le structure	
5.1.2. Définition de la structure	
5.1.3. Definition des charges	
5.1.3.2. Introduire les groupes de charges	
5.1.3.3. Faire des combinaisons	
5.1.4. Calcul du maillage	
5.1.5. L'analyse elastique globale	
5.1.6. Paramètres du contrôle de stabilité	
5.1.6.2. Déversement	
5.1.7. Le contrôle de résistance et de stabilité	
5.1.8. Optimisation du choix des profils	
5.2. EXEMPLE 2: 3D	
5.2.1. Objectif de l'exercice	
5.2.2. Définition de la structure	
5.2.3. Définition des charges	
5.2.3.1. Créer les groupes de charges	
5.2.3.2. Faire des combinaisons	
5.2.4. Calcul du maillage	
5.2.5. L'analyse élastique globale	
5.2.6. Paramètres pour le contrôle de stabilité	
5.2.6.1. Flambement	
5.2.0.2. Deversement	
5.2.8 Optimisation du choix des profils	

1 Introduction

La meilleure manière de se familiariser avec le fonctionnement du logiciel Diamonds est de parcourir une série d'exemples.

Les exemples vous permettront de faire la connaissance d'un grand nombre de fonctionnalités du programme sans devoir les passer toutes en revue. Selon les licences en votre possession, vous pourrez parcourir un ou plusieurs exemples. Les licences nécessaires sont mentionnées au début de chaque exemple.

Diamonds vous permet de modéliser et calculer un large éventail de structures. Dans ce manuel, nous distinguerons les exemples suivants:

- Exemples en béton
 - Calcul d'une poutre continue
 - Calcul d'une dalle
 - Calcul d'une dalle de fondation, basé sur des données de sondage
 - Extension à une structure 3D avec murs en maçonnerie
 - Modélisation d'un sous-sol
 - Exemples en acier
 - Calcul d'un portique 2D
 - Calcul d'un hangar 3D
- Exemples en bois
 - Calcul d'une ferme 2D
 - Calcul d'un hangar 3D

Afin de ne pas surcharger les exemples, nous avons résumé la description détaillée de toutes les fonctions du programme dans les cadres gris ou nous renvoyons au Manuel de référence.

Le chapitre §2 décrit les **compétences de base** nécessaires en Diamonds. Nous vous conseillons vivement de commencer par le lire avant de vous attaquer aux exemples. Les exemples supposent que vous maîtrisiez ces compétences

Le chapitre 3 décrit des **exemples en béton**, le chapitre 4 des **exemples en acier** et le chapitre 5 des **exemples en bois.**

Ne commencez pas 'exemple 3' si vous n'avez pas encore lu 'exemple 1'. Les explications/remarques/conseils... abordés dans 'exemple 1' ne seront pas répétés dans les exemples suivants.

2 Compétences de base

Lancez Diamonds. L'écran suivant s'affiche.

9														1	Dia	mo	nds	- [F	ene	être	1	(m)	1																×
🥮 Eichier	Edition	n <u>V</u> ue	Séle	ection	n <u>I</u>	Mont	trer	An	alys	er 🤇	<u>2</u> pti	ons	Fer	être	s /	<u>∖id</u> e																						- 1	5 ×
D 🖨		3 📇 🛙	11	K)	04		pii:	H	m		11	Т.,	15	X f		Y i	50	6	123	3.32	6) Fę	I	4	1 IE	圓	10												
	- 1999 F	Y	× 11			11	7 11	20.000	1.5		11		11.5	- +	÷	<i>m</i> n		~ 1	-	-					1 11	107		~					11.			00000	-		
		Fenêtre 1				*	1	1	G	éomé	trie							_	•	B	[L11			1	28	卢	• <		Q 6	Q D	3	E		D	R	1	Ø		ā
	\sim	2.2	82	52 S	10	8	\$8.	2 8	35	28-8	2 8	12	- 83	18 (S	: :	3 8	35	3	\$8 8	5 8	35	- 23	82 S	8 B.	- 53	35 8	: :	3. 8	35 3	s :	3 8	8	8	23 3	5 8	1.55		Niveau actif	
1 p		32.35	33	51.52	5.83	89 - E	81 3	8.35	88	88 - 9	5 38	- 5	32	8. S	1	8.35	80	8	82, 2	5 35	88	65	98 B	6 33	80	89 - 3	8 8	8 32	80	8 1	9 N	55	8	85.3	5 53	18		Verdieping 1	-
^⊞ .	/	8.8	98 	8.8	1.18	28	88 - 1	8.8	28	- 88 - 0	80 (88 	1	8	98 - 98 	1	8.8	38	18 	80 () 10 - 2	80 (B) 	28	- 89	(86 - 8 77 - 9	8.28	- 80	8.1		8.8	18	18 - E 10 - I	8 8 	8	38 	88 0	80 19 	1.28		A+	
222	- -		28	10 20		-	492	45 192	- 23	22.1	15 54		21	38° 38		2.27	89 - S	а С	422 19	45 52	- 23	100	95 8	a 114	- 22	ar 9		61 2 4	a - 1	a .	S) 4 8	19		100 C	15 86			2 1 2.70	Jm
11	Ø	8.8	88	3 8		8	18	28	8	- <u>8</u> 8 - 8	5 8	13	8	88 88 		1.8	25		\$3 8 	88	8	- 53	100 N	8.8	- 50	38 S		3 8	35.3	8	8.8	8	8 	88 R	8 8 			2.70	0 m
	UV		155 154	10 10		85 94	20 I	6 36. 8 62	100	- 621 / - 124 - 4	53 36 17 59			er o Brot		8 98 8 49	80	55 54	en n Volta	5 30 8 62	100	20	163 - 3 168 - 3	a se a sa	20	- 20 - 2 - 39 - 3		8 94 8 49	- 80 - 3 - 34 - 3	50 - 5 N - 1	8 94 8 98	- 20	85 94	2011	8 98 8 98	1.05		pape -	
)		8	8 8		8	18		8	8.1	n 10	8	- 23			1 8	8	2	8.3	 8 8	8	- 23	10.1	8 12				8 8			8 8	8	8	8				Gestion é	tage
-	-		84	10 m			8	e e.		8.7	ie en			36 N				æ	85 - A	n			A8 - 8		25	30 N				a .	a	-		85 - 5	10 IN		1		-
		8.8	a a	10.50	i iii	59	80 83	8.8	59	- 85 - 5	80 98		8	90 - 10 19 - 21				10 38	nn s Ris G	н н н н	59	10	100 B	8.54	- 80	8 3	i i	8.8	8		0.8	8	59 59	80.0	80 89			🚟 Niveau de	u sol
1. A. 1. Hill	2011	25.56	12	43 25	8	85	8	2 35	55	(S) -)	2 33		35	8 B		8 36	8	3	s 3	2 32	55	- 63	82.3	c 15	53	9 B		8 28	83	8 4	8 28	82		SE 3	2 33	- 84		it l Dan de d	occin
	B.F.	2.2	87	8 8	- 92	8	28 -	2 8	82	28 S	8 8	- 3	- 23	92 S	1	8 28	22	4	88 8	2 8	8	23	92 B	8 %	28	S2 8	8 - E	8 8	92.3	9 I	8 8	8	8	83	8 8	12	1	ger Fidit de de	255811
T BJ	P+		8	8 Ø	8	S):	**	8 12	83	85 (8 8	12	2	8 X		2.22	\$	8	85 e	8 8	85	35	8	8 87	25	8 3	: :	2.22	83	. :	2.2	12	8	8	8 8	1.5		X = 0.000) m) m
* 11/	1 100	8.35	88	10.8	- 35	38	88 -	к з	39	88 0	81.18	- 30	8	16 - 18		8.8	35	98	98 - 88	к з	39	80	35 - 8	8 28	80	38 <i>S</i>	8 - 8	8.8	8.3	8 - 8	8.8	8	39	83 - 3	8. 8	- 28		Z = 0.000	m
Did 21	12	21.56	19 	88 90	8	35	10	8 K	35	80.0	8 8	- 23	- 20	96 - 32 		8 90	86	8	1	8 88	35	- 52	58 B	6.35	- 12	96 B	1	8 20	86	8 - 1	8 14	18	14	82.3	8 8	- 35	Ť	Représentation	0
	Alls.		84	10. 20	- 12	82	48 -	92 - 745 -	22	48 8	12 22			92 - 13		8 - 25	24	94 	L+ 1	1	22	23	32 X	5 72	20	98 - 8	•	S 25	22 3	9.1	SI 25		12	455 - 2	12 24	122			~
i i c		25.25	8	87 B.S	8	1	82	8 33	82	83 J	5 33	-	12	8 8		1.32	8	8	82 P	5 35	8	63	<u>98</u> - 3	6 (S	63	8. 3	•	2.32	8	8	a 14	95	÷.	82.3	5 28	10		10 m	N
Fe Fe		8.8	93 37	85 88 10 10		20 53	39 I 98 I	8 8 9 75	28	- 49 - 0 - 99 - 7	86 68 16 16	: -0 10	8)))) 20 - 24 25 - 24		5 88 - 10	2	28 - 19	19 9 98 6		22	- 32	(11 S (20 S	8 88 N 103	- 82	9 9 8 9		8 8 	100	28 - 8 17 - 1	8 8 5 8	- 28	28 -	39 (92)	8 8 7 8	1 24		62.	
W 85			20	102 100		20	*** ·				10 24			ar 20			ar i	· ·					- an -	ar soa		ar s		00 - WO		· ·	02 - 1 0		-						
The de	12	8.8	88 	20.20		8	88.1	28	8	- 28 - 8	82 (S) 	1	8	28 8 26 1		1.8	8		83 8 10 10	28	8	- 53	82.8	8.8	- 52	35 8	8 3	8.8	83	8	8.8	8	8	53 - 3 10 - 1	28	1.05	+	-	
		2 2	50 94	10 20		18 24	460 - 1 242 - 1	o se e se	24	- 601 - 7 - 262 - 6	55 346 47 444		- 22	80 38 82 38		8 98 8 99	8	50 54	60 / 19 20 / 18	5 56 8 62	24	20	70 N (8 S	6 33 9 34	20	- 20 - 2 - 22 - 5	0 1 2 2	51 26 61 26	- 00 - 1 - 12 - 13	80 - 1 94 - 1	n an R an	50 64	12 24	800 -) 20 - (50 MG 26 M2	1.12		Grandeur	
Ble M	11l	8.8	8	8.8	- 22	8	2	8.8	82	20	8.8	- 33	10	8 s			2	8	8 6	8.8	82	22	-	8.8	22	8 8		8.8	8	8	8.6	12	2	2	8 8	- 22		Police 10	
1			24	92 m		32	42 I	a 12	32	62 2	8 52						8		62 Z	8 88	32	62	25 S	2 15	52	88 8					a .m	100	82	62.0	8 8			Symboles 10	1
(H)		8.8	ă.	0.8	18	34	85	к в	24	81.0	8 8	- 10	. 8	8 8		8.8	38		10 B	8.8	34	-81		8.28	- 85	8 1		8.8	8.1	8	0.8	8	34	30 0	8.8			Charges 10	
		21.56	12	8.33	- 96	88	80	8.35	35	$\{i\}_{i}\}$	8 16	- 8	31	96 - 32	1	5.91	96	8	81 B	2.55	35	\overline{W}	88 B	6.35	10	96 - S	2 - 2	8 21	96 - B	8 8	8 10	14	14	62 I	8 16	- 15		charges 10	
		2 22	84	8 B	122	8	28 -	2 S	22	28 S	2 2	- 33	12	92 S	1	8	<u>82</u>	34 - E	88 A	8 S	22	23	92 S	8 12	20	32 S	7 - F	8 8	92 S	9 I	8 8	8	8	28 J	8 S	122		Résultats 10	\$
		2.2	8	8 R	8	83	88	8 18	83	8 (5 3		2	8 X		- 22	8	8	85 8	8 28	83	35	8. 8	a 18	35	3 - S	s :	< 23	8	a 1	2 R	12	8	85	s s	8	Ť.	Affichez group	es
		8.8	5R	8.8	3	99 -	35	8 8	8	50 0	8 8	- 8	89	95 A		8.8	3	2	36 B	8 8	8	55	(15 - S	8 8	35	39 S	8 8	8 8	83	8	8 8	8	8	36	8 8	35	ſ	Aucun	
		2.2	99 111	10.25	8	34 	81	8 36 	34 	- 62 - 3 - 10 - 1	12 34 	1	- 20	96 - 93 		8 26 	8	8	19 X 10 X	2 35 	34 	10	38 B 	1997 - 1994 1997 - 1994 1997 - 1994	- 49 10	8.3	1	8 28 	83	8 1	8 26 	28 	84 	81 - 1 10 - 1		v .	-11	Aucun	<u></u>
			04	10. 30	- 125	104	70 3	20.00	174	25 3	21 12	- 10	-	145 - 62		- an	125		70 3	20.00	104	40	20.0	a 154	20	346 - 6		ar 20	121-1		ar 40	1	104	40.0	1	Lx	¢ I	and a state	
		AL (5)	32	12 12	8	S7	18	8 2	23	- 16 - C	15 13	12	- 22	35 X		2.22	35	8	85 3	8 23	- 23	15	88 3	9. ST	25	35 B	1 1	2.22	3	8 1	2.12	12	89	88.3	s]				
																																							1

Dans les paragraphes qui suivent, nous décrivons brièvement:

- Comment gérer un projet
- Comment gérer un modèle
- Comment dessiner en Diamonds
- Comment sélectionner des éléments
- Ce qu'est une 'configuration de fenêtre' et comment la modifier
- Ce que sont les 'types' et comment les paramétrer.

2.1. Gestion de projet

L'icône D vous permet d'ouvrir un **nouveau projet**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Nouveau'.

L'icône vous permet d'ouvrir un **projet existant**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Ouvrir'.

L'icône location vous permet d'**enregistrer le projet actuel**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Sauvegarder'.

Avec l'icône 🗟, vous obtenez un **aperçu avant impression de la fenêtre modèle active**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Visualiser avant impression'.

Avec l'icône , vous **imprimez le contenu de la fenêtre modèle active**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Imprimer fenêtre'.

L'icône vous permet d'ouvrir le **gestionnaire de rapports**. Cette fonction est également disponible dans l'instruction de menu 'Fichier' – 'Gestion pour notes de calcules'. Le gestionnaire de rapports est abordé de manière détaillée au §3.2.8.

2.2. Gestion de modèle

Les fonctions suivantes vous permettent de manipuler la vue d'un modèle:

- Choix de la Cliquez	sur z x	OU	Cliquez sur 🕅	
Diamonds -	[fenêtre 1 (m)]	- 0 ×	Diamonds - [fenêtre 1 (m)]	- 0 ×
Bestand Wijzig Scherm Spiecter Toon Analyseer Opties Venster Help	dia 😳 On Fee 😽 🛛 E 💼 sa		ighter Ioon Analyseer Optics Venster Help	
		2 0 10 1 5 5 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	■ 【 Geometrie ■ 第回回回 # 4 行免免認	
		Actef rivesu Verdeping 1	Bovenanzich	Actief niveau Verdeping 1 •
000		2,700 m 0 0 0	Vooraanzicht	2,700 m
		Mineau beheer Mineau beheer Ar Naturala	Actiteraemuch	# Nivesu beheer
2 前 PH 南 遊 A	b D	y= 0,0000m Y = 2,7000m Z = 0,0000m X = 0,0000m X = 0,0000m	Zjaanscht in	is X = 0,0000 m Y = 2,7000 m Z = 0,0000 m
			Zijaanzicht rei	Ha Voorsteling
	22 Notestation		30 Zicht	A 10
	Zijeenzicht krits	Groote Lettertype 3 🔄 🔆 🗍		Grootie Lettertype 3 호 Symbolen 2 호
	Zijeanzicht rechts	Lasten 5 🚖		Lasten 5 🚖 Resultater 1 호
	3D 24 so Zicht L	Teen greepen Geen V Tell sets		Toon groupen Geen

- Déplacement du modèle
 - A l'aide de la souris: tenez la roulette (scroll) de la souris enfoncée et déplacez-vous avec la souris
 - A l'aide d'une icône: utilisez le bouton
- Zoom avant et zoom arrière
 - A l'aide de la souris: déplacez la roulette (scroll) de la souris
- Rotation 3D
 - A l'aide de la souris: tenez la roulette (scroll) de la souris et la touche MAS enfoncées. Déplacez-vous avec la souris.
 - A l'aide des barres de défilement: déplacez les barres de défilement de droite et du bas pour faire pivoter le modèle en vue 3D

- Centrage du modèle sur l'écran: 🔜 ou F12.
- Choix de la représentation



 Vous pouvez modifier la taille de la police de caractères dans la palette qui se trouve à droite de la fenêtre de travail. Notez bien que vous pouvez adapter non seulement la taille des caractères mais aussi celle des symboles, des charges et des résultats.

Grandeur	
Police	35 🚖
Symboles	19 🜲
Charges	24 🚖
Résultats	21 🚖

 Vous pouvez modifier les unités et le nombre de décimales après la virgule via 'Options' -> 'Unités et décimales'.

2.3. Dessiner

Il est possible de tracer directement des lignes. Il n'est pas nécessaire de commencer par dessiner des points.

 Directement sur l'écran (uniquement en vue 2D): cliquez une fois pour fixer le point de départ. Pendant ce temps, la ligne se déplace avec le curseur. Cliquez une nouvelle fois pour confirmer le point d'arrivée de la ligne.



- Via des coordonnées en vue 2D/3D:
 - Indiquez les 2 (ou 3) coordonnées dans le repère d'axes que vous voyez en bas à droite, séparées par un point-virgule.

P.ex. Vue de face: Plan XY => distance dans la direction x ; distance dans la direction y

 Faites précéder du signe @ pour introduire des coordonnées relatives

P.ex. Vue en plan: Plan XZ => @distance dans la direction x ; distance dans la direction z

- ENTER: Terminez de tracer la ligne actuelle; vous pouvez continuer à dessiner à un autre endroit.
- ESC ou : Mettez fin à la fonction de dessin.

2.4. Sélectionner

Les points et lignes sélectionnés (sans section) sont représentés en 'plus épais'. Les lignes (avec section) ou plaques sélectionnées s'affichent dans une autre couleur (jaune) par défaut.

- Sélectionner 1 élément: cliquez une fois sur l'élément.
- Sélectionner plusieurs éléments:
 - Ajouter à la sélection: tenez la touche MAS enfoncée tout en cliquant une fois sur les autres éléments.
 - Supprimer de la sélection: tenez la touche MAS enfoncée tout en cliquant une fois sur les éléments sélectionnés.
- Cadre de sélection
 - De gauche à droite: seuls les éléments qui se trouvent entièrement dans le cadre de sélection seront sélectionnés.



 De droite à gauche: tous les éléments qui se trouvent entièrement ou partiellement dans le cadre de sélection seront sélectionnés.



Pendant le déplacement de la souris (avec le bouton enfoncé), le cadre de sélection apparaît en pointillé.

- Eléments du même type: tenez la touche CTRL enfoncée tout en cliquant sur 1 élément de ce type (n'importe quel élément).

2.5. Configuration de la fenêtre

Diamonds a 4 configurations standard, accompagnées de la palette d'icônes correspondante: passez facilement d'une configuration à l'autre à l'aide de la liste déroulante ou des icônes de la barre d'outils.

	Géométrie Géométrie Charges Résultats Maillage	
Becométrie* Maillage**	🖽 Charges	Résultats



Le bouton 1 vous permet de modifier la visualisation du modèle. En fonction de la configuration choisie, vous pouvez cocher différentes options qui s'afficheront ensuite dans la configuration de la fenêtre.

Configuration fenêtre	×		Configuration fenêtre	×
configuration actuelle : Configuration Nom configuration Géométrie Génétrie Contenu fenêtre Priorité IV	Grregstrer config. actuele	configuration actuelle : Celométrie Nom configuration Général Géométrie Maillage Points IV Montrer points	€ométrie Lianes I7 Montres axes	Erregistrer config. actuele Supprimer config. sélectionnée Surfaces Transparence : 50 \$ %
□ Charges C ■ Résultats C ■ Monter repère d'axes global ● □ Monter repère d'axes global ● □ Dessiner les partes invisible en gris ■ Berdésentation modèle • • Fond d'écran blonc • ■ Fond d'écran noir ●		Numéro de point ♥ Nom de l'assemblage	Numéro lignes Nom Congueur Crientation section Repère d'axes local Vasifiate extrémités Matériau Lignes de bord Longueur de famb. y' (s) Distance entre les supports au déversement z<0 Supports de dévers. z<0	 Numéro plaques Numéro plaques Epaisseur Surface Repère d'axes local Righté extémités Matériau Lignes de bord Amature protaues Ø Orientation
Aide		Aige		<u>Annuler</u>

Configuration fenêtre	×	Configuration	fenêtre ×
configuration actuele : Erree Mailage Supprint	jistrer config. actuelle	configuration actuelle :	Enregistrer config. actuelle Supprimer config. sélectionnée
Nom configuration Maillage		Nom configuration Charges	
Général Géométrie Maillage		Général Géométrie Charges Maillage	
 ✓ Montrer noeuds Couleur noeud ✓ Montrer Ignes Couleur Igne ✓ Montrer bord libres Couleur bord libre Couleur bord libre Montrer numéros ignes Montrer numéros éléments 		Taile Couleur charge active Coulour 70 70	Sur charae inactive
Aide	nnuler <u>QK</u>	Aide	Annuler QK
	Cooficient		
Configuration actuelle : [Rédutato Nom configuration	Configurati	Erregistrer config. seluele Supprimer config. sélectionnée	

Résultats	ésultats	Supprimer config. sélectionnée
Général Géométrie Maillage Représentation Echelle defaul	Résultats t Echelle manuelle	
Résultats sur lignes Ecart 10 ✓ avec valeurs G ✓ Seulement maximum C ✓ Max, debut et fin Max	Résultats sur plaques Ecart 10 © surface colorée 10 IV avec isolgnes 10 C isolgnes 10 I avec valeurs 10	Réactions Force : Ecart 20 moment : Ecart 20 ✓ en couleur
armatures pratiques	□ armatures min. □ armatures protiques □ armatures sur trane (pour resultats detailes) × □ 0,200 m z □ 0,200 m	
Aide		Annuler

2.6. Types

Si vous composez un modèle dans Diamonds, vous remarquerez qu'une couleur déterminée est attribuée à chaque élément (p.ex. une poutre, colonne, plaque, ...).

Cela vient du fait que Diamonds reconnaît plusieurs 'Types'.

Vous trouverez tous les 'Types' standard définis dans Diamonds en cliquant sur l'icône .

4	\$														D	iam	iona	ds -	[Fei	nêtr	re 1	(m)]															- 🗆 🗙
ľ	🤗 Eichier	<u>E</u> dition	<u>V</u> ue	Sélec	tion	M	ontre	er	Anal	yser	의	otio	ns	Fen	êtres	Ai	de																					- 8 ×
1	D 🚅		. # 0		5	ò.		41	ΗH	ΠÌ		Г	τ	K	1	Y	Y.	e	1 9		116	5) F	e% :	r/	11	F	自	64	1									11-5-14-14-14
+	(COMMA, 2019846, (C)	- 1		11			1		-	-		L		1.22	1100	1	1.144		1946	II re				-		/ 2	· · ·	o05-	_	~		ř.	۰II	-	-	(2386)	253984	
		🗃 🖂 (F	enêtre 1				•		1	Gé	ométi	rie							*	Ŕ		H [2			7	1	戶	<i>₹</i> "?	Q	Q	63	Ø		D	R	1	2	
1	R.			22 23	10 B	1.00		63 6	е не 2 19	21	28	10 - 10 78 - 10	5 - 13 5 - 13	22	9 8 19 8		- 185 5 185		е — с 8 — р			3 3	n a	1 12 1 12	24	8	98 B		100	9 8 19 8		10.1	 12 11		- 42	28 (2 19 (3	1	Niveau actif
	°P			ia.							12				a. 5			a												a. 14	- 10						.	Verdieping 1 💌
		/		38 38	12.2	8.88	an At	10	8.8	se.	36	8 8	8 58	- 35	8.3	i i	8	8	8 8	1.8	8	59 59	50 (F	5 88	5÷	35	8 9			3 3	-12	83	в а	35		83		2.700 m
	e /		s 25 W	12	83.3	5.55	10	33 3	2 32	85	10	9 B	s - 15	- 63	96-9		1. 26	94 - S	, .	1 25	54	<u>.</u>	13 N	25.5	24	42	N2 - 0		- 26	94 - 93	- 83	25.3	8.8	85	8	86 B	•	KHU -
	Ul	V		84	18 1	3	84	88 - S	8 R	82		Ŷ								Ту	pe	s			-	-			×		18	83	19 N	18	11	84 - 8 1	•	2.700 m
	\square	•	1 10 10	38. 	12 1	: (5)	38 	14	8 18	83	1 r	-								1	÷.,									_	100	- 20 - 1 	5 8	25	8	13 S		
	~~~			त्र 12	10 X 23 Z	5 26 6 62	88 102	R3 - 3 23 - 3	8 8 2 25	23			<i>,</i>																			83	n a G a	10 20	10	88		Gestion étages
	1		8 8	84	8.1	1.22	84	8 1	8.8	84			<u> </u>	Ajo	uter	nou	ivea	au t	/pe				S	upp	rime	er t	ype				- 33	83	8 8	18	12	8 8	Ĵ.	W Niveau du sol
	Les tils	1 2012		-	:2 g	: :::::::::::::::::::::::::::::::::::::	-	8.8	s (2	83		Ι,																		1	12	8		38	8	(3 S	. 1	An at a t
	- · · ·	· Kation	8 R R	88	8.8	1.18	98	88 - 3	8 8	34			<b></b>	-							Τ.			Т					~		-83	83	8. 38	82	$\langle S \rangle$	8.3	•	Jui Plan de dessin
		∃ P÷	1 10 10	38	55 - 3	1.22	38	85 (	3 13	22			2	<u>'</u>	ype							lorn	nal	15	sele	cte			-		18	\$1 I	12 13	33	63	19 N	-	X = 0.000  m Y = 2.700  m
	* 1	4 13	C 28 28	82	22.8	3	82	32 3	5 8	8			b	L	ien	rigi	de											및			- 22	83	8 8	23	82	\$ \$	:	Z = 0.000 m
	1001 201			33 94	10 0 10 1	8 35. 8 32	33 34	18 3 18 3	5 55. 8 62.	24			Ľ.	-		-					17											- 52 - 3 - 52 - 3	20 33 20 34	63 70	35 48	98 8 64 9		Représentation
	DI C	2 10	1 10 10	8	15 1	1.22	8	61 - 6	8 19	81			⋟	0	)uve	ertu	Ire														18	10.1	12 13	- 28	8	14 B		A A A
	三〇 ~%	at and		82	53 A		82	53 1	8.8	81				P	lanı	ie															32	83	8 8	28	22	8 8		
	囲き		: 22.22	8	8.3	5.8	8	81.0	5.35	82			1	-		-					-15										- 53	32.3	8.8	8	12	98 S	•	<b>M B</b>
	Σ. Α	1 /m	- 26 9	9 	8.9	6.96	33 	83	2 22	34 			>>	P	ote	au															- 88	201	96 19 	- 49 	10	14 H	•	* *
	⇔ ¢	$\sim$		04 			<u>.</u>	10. 3	10 Q	104	1		X		out																- 60			20		a o	1	Grandeur
	The h	E (Ie )		28. 29	10 A 10 A	100	28 29	10 1 10 1	5 (A) 6 (R)	23 54			12	-	out	e																- 82 - 3 - 92 - 3	e a F a	- 38 - 46	8	ातः अ सः अ		Police 10 🚖
			- 25 92	8	8.5	6.96	32	8.1	2 32				$ \rangle$	s	em	elle													4		- 33	20.1	a a	- 10	12	12 2		Symboles 10 🚖
	4 ⁽²⁾		1 2 2	84	8 1	12	87	8 1	2.8	8			1.4															_		- 1	- 33	83	2 3	73	12	8 8	-	
			1 2 2	12	8 g	: 33	12	8.3	5 25	85				ida									40	-		11		OK		1		2	8 8	25	8	13 S	:	
			<ul> <li>8 30</li> </ul>	88	828	5.38	88	82 - 1	K 8	89				u <u>u</u> e									An	nuie	21			QR			- 90	83	8.08	- 35	8	8.3	1	Résultats 10 🚖
				38	10 A	1	33	£5 - 5	8 9	83																					- 65	\$P 1	10 - 10 	- 25	93	19 O	Ť	Affichez groupes
				88 24	32 A 12 A	8 8	83 34	13 I 16 I		8	82 - 18 -	20 8 20 10	5.8	10	38 S 20 S		18	35 S (2) S	8 B	18	35	8	88 8 18 00	8.8	85 84	93 12	感感	1	8	35 83 26 34	- 53	83		28 18	20 20	8 8 * *		Aucun 👻
			6.66	93 93	10 10 10 10	e et 8 18	94 94	51 - 1 16 - 1		24	101 I 182 I	n x K 6	8 98 8 98	- 20	20 0 20 0		1.8	201 S	а с 8 8	: : 8	20 20	24 24	101 7.0 162 (H	6.68	24	101 182			8	ar 10 32 93	- 13	83	en 198 197 - 198	100 100	Ê	Y		and the second
			5 10 10	33	10 1	: 22	38	61 (	8.3	81	88	98 B	2 13	23	80 - S	8	1	19 J	8 - 8	1	2	81	88 G	8 19	81	28	98-8	1	ų.	10 A	18	10	10 - 33	38		Lx	6	
F	1																																		I		14	
Ļ																																						

Le travail avec des dessins types présente deux avantages:

- 1. Grâce aux couleurs, vous gardez une **vue d'ensemble** de votre projet.
- 2. Vous pouvez sélectionner en une fois tous les éléments d'un type donné.

Cliquez avec le bouton gauche de la souris sur une seule poutre d'un type donné tout en maintenant enfoncée la touche CTRL de votre clavier. Tous les autres éléments qui font partie du même type seront sélectionnés en même temps que cette poutre.

Pour attribuer un type, sélectionnez les éléments en question dans le modèle puis indiquez le type souhaité dans la liste de types.

### 2.7. Raccourcis clavier

	<ul> <li>Sélectionner des éléments supplémentaires</li> </ul>
	<ul> <li>Aide au dessin des lignes orthogonales</li> </ul>
CTRL	Sélectionner des éléments du même type
• ALT	
	<ul> <li>Sélectionner des éléments du même</li> </ul>
	groupe
	Sélectionner des bords avec une plaque
DELETE	Enlever des éléments ou des charges
ENTER	Dessiner une nouvelle ligne (en mode "dessin")
<ul> <li>ESCPACE</li> </ul>	Désactiver le curseur intelligent
• ESC	Terminer le dessin des lignes (en mode "dessin")
<ul> <li>CTRL + A</li> </ul>	Sélectionner tous les éléments

SHIFT

- CTRL + N
- CTRL + O
- CTRL + P
- CTRL + Q
- CTRL + S
- CTRL + Z

F1

F2

F3

F10

F11

F12

bois F9

- CTRL + C
- SHIFT + CTRL + Z
- SHIFT + CTRL + DELETE
- Créer un nouveau projet Ouvrir un projet Imprimer la fenêtre active Quitter Diamonds Sauvegarder un projet Annuler des opérations précédentes (*Undo*) Copier le contenu d'une fenêtre Refaire des opérations précédentes (*Redo*)
- Supprimer la plaque sans les bords
- Supprimer ligne d'intersection sauf le point d'intersection même

Accès à l'aide de Diamonds Calcul des armatures Vérification normative des barres en acier ou

Analyse élastique Zoom avant Zoom arrière Montrer tout dans la fenêtre active

- ROULETTE (SCROLL SOURIS)
- SHIFT + SCROLL SOURIS
- Lettre 'a' ou 'A'
- Lettre 't' ou 'T'
- Lettre 'r' ou 'R'
- Lettre 'e' ou 'E'
- Lettre 'd' ou 'D'
- Lettre 'm' ou 'M'

- Tenez la roulette enfoncée et bougez la souris : translation du modèle (*Pan*)
- Roulez la roulette : zoom avant/arrière Rotation du modèle (*3D orbit*)

Dessiner une nouvelle ligne Ouvre la fenêtre de translation Ouvre la fenêtre pour pivoter Ouvre la fenêtre pour extruder Ouvre la fenêtre pour diviser Ouvre la fenêtre pour refléter

# 2.8. Configuration de la carte graphique

Lors de la première utilisation de Diamonds, la configuration de la carte graphique n'est pas toujours optimale pour l'usage qu'en fait Diamonds. C'est pourquoi nous allons passer en revue quelques problèmes récurrents et leurs solutions.

### 2.8.1. Problème 1

Symptômes:

- Je ne vois pas mon curseur.
- Quand je trace une ligne, elle n'apparaît qu'après quelques secondes.
- Quand je sélectionne des éléments, il faut quelques secondes avant que je voie la sélection.

Système d'exploitation:

- Windows Vista
- Windows 7 (pas sur Windows 8!)

Solution:

- Fermez Diamonds.
- Cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'icône de Diamonds qui se trouve sur le bureau.
- Cliquez sur 'Propriétés' et passez à l'onglet 'Compatibilité'.
- Cochez l'option 'Désactiver compositions bureau'.
- Cliquez sur 'OK'.
- Lancez à nouveau Diamonds.



### 2.8.2. Problème 2

Symptômes:

- Quand je dessine, je vois le système de coordonnées en double. On dirait que le système de coordonnées a des ratés.
- Diamonds réagit lentement.
- J'ai essayé la solution du §2.8.1 et le problème n'est pas encore (tout à fait) résolu.

Solution:

- Passez à 'Option' -> 'Préférences'.
- Cliquez sur l'onglet 'Dessiner'.

- Cochez ou décochez l'option 'Entrée graphique à l'aide de Open GL'.
- Cliquez sur 'OK'.



### 2.8.3. Problème 3

Symptômes:

- Je ne vois pas les noms des axes du système de coordonnées, alors que la taille de la police est suffisamment grande.
- Lorsque j'examine les charges, je ne vois pas les chiffres, alors que la taille de la police est suffisamment grande.
- Lorsque j'examine les résultats, je ne vois pas les valeurs, alors que la taille de la police est suffisamment grande.



Solution:

- Passez à 'Options' -> 'Préférences'.
- Cliquez sur l'onglet 'Dessiner'.
- Cochez ou décochez l'option 'Rendu rapide'.
- Cliquez sur 'OK'.



### 2.8.4. Problème 4

Symptômes:

- Diamonds réagit lentement.
- Je reçois parfois le message d'erreur 'Tentative de lecture ou d'écriture de mémoire protégée'.

Système d'exploitation:

- Cela n'a rien à voir avec le système d'exploitation.
- Causes possibles:
  - L'ordinateur contient 2 cartes graphiques et Diamonds démarre sur la moins bonne.

Il n'est pas très fréquent qu'un ordinateur possède 2 cartes graphiques, mais si c'est quand même le cas, il est important que Diamonds démarre avec la carte graphique la plus puissante.

 L'ordinateur contient une mauvaise carte graphique. Une carte graphique ATI ou nVidia est recommandée.

Solution (si l'ordinateur contient 2 cartes graphiques):

- Fermez Diamonds.

- Cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'icône de Diamonds qui se trouve sur le bureau.
- Si l'ordinateur contient 2 cartes graphiques, vous ne verrez pas 'Exécuter avec processeur graphique'. Sélectionnez dans la liste la carte graphique la plus puissante (généralement nVIDIA).
- Il est recommandé d'associer cette carte graphique à Diamonds dans 'Modifier processeur graphique standard...'.
- Cliquez sur 'OK'.
- Lancez à nouveau Diamonds.

## 3. Exemples en béton

Cet immeuble classique se compose de 2 appartements identiques au 1^{er} et aux 2èmes étages et d'un magasin au rez-de-chaussée. Contrairement au bâtiment principal, qui possède un caractère plutôt introverti, l'extension du rez-de-chaussée est munie de grandes baies vitrées. Le bâtiment principal est entièrement sur cave.



Les murs extérieurs du bâtiment principal ont été érigés en maçonnerie portante. Afin d'assurer une certaine flexibilité en matière de division du bâtiment, aucun mur intérieur portant n'est prévu.

La hauteur d'étage du rez-de-chaussée est de 3,2m. Les appartements ainsi que le sous-sol ont une hauteur de 2,8m.

On a opté pour un système de prédalles, dont la direction est définie à la figure ci-dessous. Les prédalles portent de la façade avant à la façade arrière et ont une liaison articulée avec toutes les cloisons et poutres. Aucun joint n'est prévu au milieu de la portée pendant le coulage du béton. La dalle de toiture au-dessus de l'extension et les dalles de fondation sont coulées sur place. Aucun moment n'est transféré entre le bâtiment principal et l'extension.



La charge sur tous les étages, à l'exception des dalles de toiture du bâtiment principal et de l'extension:

- Permanente: 3kN/m²
- Exploitation: 2kN/m²

La charge sur les dalles de toiture du bâtiment principal et de l'extension:

- Permanente: 1kN/m²

Un béton de qualité C25/30 est utilisé pour l'ensemble des dalles, murs de cave, poutres et colonnes. Nous supposons que le niveau de la nappe phréatique se situe à 1 m sous le niveau du sol.

Le modèle va être construit en différentes phases.

- Nous commençons par calculer la poutre continue au premier étage (§3.1).
- Nous calculons ensuite la dalle de plancher du premier étage (§3.2).
- Dans un modèle suivant, nous dimensionnons la dalle de fondation dans l'hypothèse qu'aucune cave n'est présente (§3.3). Nous supposons à cet égard que nous disposons des résultats d'un sondage.
- Dans une phase suivante, le modèle 3D est construit, au départ de la dalle de plancher que nous venons de calculer (§3.4).
- Enfin, nous modélisons le sous-sol. Nous vérifions dans quelle mesure le concept de couches de sol peut encore être appliqué (§3.5).

Dans les deux premiers exemples, nous prêterons une attention suffisante au calcul organique (calcul de l'armature, calcul de la flèche fissurée). Les troisième et quatrième exemples mettent plutôt l'accent sur les fonctions étendues de modélisation que renferme Diamonds.

# 3.1. Exemple 1: Calcul d'une poutre continue

Licences requises ✓ Barres 2D ✓ Dimensionnement béton

### 3.1.1. Objectif de l'exercice

Dans un premier exemple, nous allons modéliser et calculer la poutre continue dans la dalle de plancher du premier étage.

Nous calculerons les efforts élastiques dans les poutres et nous déterminerons les sections d'armature requises. Nous vérifierons aussi si la flèche fissurée après fluage est admissible.



### 3.1.2. Définition de la structure

#### Etape 1: Passer à la configuration 'Géométrie'

La définition de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône , ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

							Ĩ	Diamond	s - [Fen	être 1 (m	)]				- 🗆 🗙
-	<u>E</u> ichier <u>E</u> diti	on <u>V</u> ue S	élection <u>N</u>	<u>A</u> ontrei	r <u>A</u> nalyser	Options	Fe <u>n</u> être	s Ai <u>d</u> e							- 8 ×
	🖻 📕	0. <i>8</i> 0	in a	E		##    <b>T</b> .		副义经	6 8	9 <u>111</u>	» r⁄	■■	40		
*		Fenêtre 1		•	Géo	ométrie			•	<b>B</b>		戸 ゆ	1 (??) Q Q		
K	, ×	-	8	8	22	8	82	2	12	12	12	42.	10	2 2 E	Niveau actif Verdieping 1
	"• / • /	a	3	3	8	8	8	8	66	ŝ	8	5	5	5 5 8	2.700 m
l S			8	13	2	82	8	8	68	¢.	68	12	÷		Gestion étages
Ę		]											Z	Vue du dessus	Niveau du sol
2 7	/ mi (); / ₈ ,5 P+		54 50			34 25			чк 		чs ~~			Vue de face	X =         0.000 m           Y =         2.700 m
Ň,									-				- 20 m	Mus and be	Z = 0.000 m Représentation
呈節	5 % & 1 er r		14	14	94	94	96	94	NF	22	14	21	Z.L.X	vue amere	
W.		2	14	14	8	84	8	8	W.	2	8	25	L.	Vue côté gauche	Grandeur
tu a			Y A	iii	s	36	S.	s	12	8	2	20		Vue côté droit	Police 10 文 Symboles 10 文
		ж	⊳	×	s	56	96	s	38	22	12	20	2,1,2		Charges 10 🔶 Résultats 10 🔶
		8	8	13	2	22	2	2	×	s	ĸ	8	Z	Vue 3D	Affichez groupes
			8		*								2	Ľx	

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue de face. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton 🏽 dans la barre d'icônes ou sur ZLX dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le deuxième point de vue 'Vue de face'. Vous activez ainsi un plan de dessin vertical.

#### **Etape 2: Générateur de structure**

Vous pouvez introduire une structure des manières suivantes:

- Dessiner immédiatement à l'écran 🧹, avec la souris.
- Dessiner à l'écran au moyen de coordonnées, avec le clavier.
- Utiliser le générateur de structure
- Charger un dxf.

Dans cet exemple, nous allons utiliser un générateur de structure. Le dessin de la structure est abordé dans l'exemple 2 au §3.2.

Cliquez sur l'icône dans la palette. Une boîte de dialogue s'affiche, où vous pouvez sélectionner le type de forme de structure que vous voulez générer. Sélectionnez une poutre continue tel gu'indigué sur la figure suivante.

	e.								[	Diamon	ds - [Fen	être 1 (	[m)]						- 🗆 🗙
4	<u>F</u> ic	hier <u>E</u> d	lition	<u>V</u> ue	Sélection	Montre	Analyser	<u>O</u> ptio	ns Fe <u>n</u> être	i Ai <u>d</u> e									_ 8 ×
		÷ 🔒	Ē.	<b>a</b> (		•    F	田田			n x A	6 6 8	e m O	F9% ≖∕	⊨ ■	49				
1	* 6		Fe	nêtre 1		•	Géo	métrie			•	<b>B ••</b>		利臣	1 8	€ 🖾   .	ET .	DR	
I	<b>₹</b> _p	>	$\times$	8	82	8	12	10	2	82	12	12	17	10	8	10	8	25	Niveau actif Verdieping 1
L	∩⊞ ∞⊆_ ⊜	•		3	8	a	2	8	2	2	98	s	ŝ	65	ş	15	e:	12	2.700 m
	U 2										assista	nt	?	x					2.700 m
Г	~	*	-	8	9		2			_						23	-	-	Gestion étages
1	4	141 2		a.	13	14	2		<del>~ ~ ~</del>	_	<b>—</b>	т			÷	U.	÷	18	Niveau du sol
	₽ *	вĴ F	1.1 90	8	12	8	8	L		_	Ţ	Ţ	2	~~	8	15	0	10	X = 0.000 m Y = 2.700 m Z = 0.000 m
		217																	Représentation
				к	14	is.	8				F	7	$\land$	$\mathbf{Y}$	21	20	21	8	
	∰ <u>₹</u> _	88 I		iii	15	iii.	86				11	ĩ	T	T	20	20	20	8	<b>A</b>
1			Ĩ.e																Grandeur Police 10 文
-	E)	111		12	¥ Æ	14	96	56	2	9	102	22	28	20	20	20	21	17	Symboles 10
				iii		×	94	96	84	94	16	8	12	25	21	20	31	8	Charges 10 🚖 Résultats 10 🜩
																			Affichez groupes
				8	8	8	8	8	52	E.	55	S	85	83	8	23	83		Aucun
				9	8			12		12			91		8	-	20	Ľx	
1																			

Ensuite, Diamonds vous demande les données géométriques de la poutre continue. Reprenez les données comme dans la figure ci-dessous.

 Nous supposons que la poutre doit être dessinée au niveau Y=2,7m. Le niveau n'a aucune importance pour la suite de cet exercice. Mais, dans l'exercice suivant (§3.2), nous voulons étendre ce modèle à une plaque. Dans ce cas, il est pratique que la poutre se trouve au bon niveau dès le départ.

- Changez la longueur des travées.

	<b>e</b>	0 0	Diamonds - [Fenêtre 1	(m)]	- 🗆 🗙
Assistant: Poutres continues       -       -       ×         Coordonnées premier noeud:       Travées       3       •       Porte-à-faux à gauche       actí         Nombre de travées:       3       •       Nombre de noeuds intermédiaires:       0       •       1       2.700 m         Image:       2       0,00 m       Nombre de travées:       0       •       1       2.700 m         Image:       2       0,00 m       Nombre de travées:       0       •       1       5.00 m       1       6.000 m       1       0.000 m       1	🥮 Eichier	<u>Edition Vue Sélection Montrer Ar</u>	nalyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e		- 8 ×
Coordonnées premier noeud:       Travées         Nombre de travées:       3 \$         Nombre de travées:       3 \$         Nombre de noeuds intermédiaires:       0 \$		<b>*</b>	Assistant: Poutres con	tinues – 🗆 🗙	
s 10 e		Coordonnées premier noeud: X = 0,00 m Y = 2,70 m Z = 0,00 m	Travées Nombre de travées: 3 € Nombre de noeuds intermédiaires: 0 € Longueur des travées: 1 5,00 m 2 5,00 m 3 5,00 m	Porte-à-faux à gauche Longueur de porte-à-faux: 0,00 m Nombre de noeuds intermédiaires: 0 € Porte-à-faux à droite Longueur de porte-à-faux: 0,00 m Nombre de noeuds intermédiaires: 0 € Sections et matériaux Travées - C25/30 Portes à faux IPE 300 - S235 À Annuler OK	Image: Second secon

- Changez la longueur des porte-à-feux.

♥ Eichier Edition Yue Şelection Montrer Analyser Options Fenêtres Aige         ● ●       ●       Assistant: Poutres continues       –       ■         ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●       ●	
Coordonnées premier noeud:       Travées         Nombre de travées:       3 全         Nombre de noeuds intermédiaires:       0 €         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de travées:         Nombre de travées:       3 €         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de travées:         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de travées:         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de noeuds intermédiaires:         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de travées:         Image: Coordonnées premier noeud:       Nombre de noeuds intermédiaires:         Image: Coordonnées premier noeud:       1 5,00 m         Image: Coordonnées premier noeud:       1 5,00 m     <	- 5 ×
Coordonnées premier noeud:       Travées       Porte-à-faux à gauche         Nombre de travées:       3 €       Longueur de porte-à-faux:       0,00 m         Y = 2,70 m       Nombre de noeuds intermédiaires:       0 €       Nombre de noeuds intermédiaires:       0 €         Z = 0,00 m       Longueur de porte-à-faux à droite       -Porte-à-faux à droite       -Porte-à-faux:       0,00 m         I 5,00 m       2 5,00 m       Nombre de noeuds intermédiaires:       0 €       •	
3 5,00 m     Sections et matériaux       Travées     -C25/30       Portes à faux     IPE 300 - S235	actif actif actif actif 2.700 m 3.2.700 m 3.2.700 m 3.2.700 m 3.2.700 m 3.2.700 m 0.000 m an de dessin 0.000 m an de dessin 0.000 m entation 0.000 m entation 0.000 m entation 0.000 m entation 0.000 m entation 0.000 m entation 0.000 m 2.000 m 2.000 m 0.000 m entation 0.000 m entation 2.000 m entation entation 2.000 m entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation entation
Annuler OK	

- Modifiez la section des poutres vers un rectangle 250x400mm.
  - Cliquez sur Travées .La fenêtre suivante s'affiche alors.

Section	×	
Profil		× · ·
Nom P250/400		
		tres continues – 🗆 🗙
Dimensions Dimensions	mensions Axes	Porte-à-faux à gauche
H 400 mm	<u>→ B</u> +	3 🖨 Longueur de porte-à-faux: 0,00 m
	_	0 🗲 Nombre de noeuds intermédiaires: 0 🗲
		Porte-à-faux à droite
	•••••••••	Nombre de noeuds intermédiaires: 0 🚖
Calcul automatique		Sections et matériaux
Général Elastique Plastique		Travées - C25/30
Axe fort y-y Axe faible z-z -		Portes à faux IPE 300 - S235
Sy 20000000 mm ³ Sz 12500000 mm ³	alpha 0,0 °	
iy' 133333333 mm4 Iz' 520833333 mm4 iy' 115,5 mm iz' 72,2 mm	Iyz 0 mm4 It 1273451646 mm4	
Wel,y',t 6666667 mm ³ Wel,z',l 4166667 mm ³	Iw 0 mm6	
Wel,y',b  6666667 mm ³ Wel,z',r  4166667 mm ³	Twm 6060606 mm ³	Δ
Matériau		Annuler OK
Axes locaux		
Angle pour orientation 0,0 °	Miroité 🔲 🔟	
Aide	<u>A</u> nnuler <u>Q</u> K	

- Choisissez une forme rectangulaire.
- Introduisez les dimensions de la section (B250xH400mm).
- Sélectionnez le bon matériau (Béton C25/30).

Cliquez ensuite 2 fois sur 'OK' afin de dessiner la structure. Vous obtenez la figure suivante.

9								Dia	amonds	- Bet	onV	31.bsf -	[Venste	er 1 (	(m)]						- • ×
🤗 Eichier	r <u>E</u> dition	⊻ue	<u>S</u> électio	on <u>N</u>	<u>A</u> ontrer	Analyse	er <u>O</u> ptio	ons	Fe <u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e				_							- 8 ×
🗅 🖻		. 8	<b>)</b> K	1 (24	H.	ΠĦ		T.:		X Ke	6	8° <u>111</u>	⊕ F%/	IÝ.	IF.	肁 恦					
85	🔒 🗵 🔽	enster i	0		•	<b>1</b>   G	éométrie					• 6	F11 🛞		R	由 (約	QQ		ET	D R 🔄	
<b>K</b> _p		£2	121	14	8	0	14	8		8	8	10	\$	2	81		12	12	8	81 N	Niveau actif Verdieping 1 💌
^⊞ ∞_	/	8	8	-8	55	8	65	93	05	20	32	88	8	8	-8	8	95	-15	8	94 - E	2.700 m
	20	8	22	17	12	8	10	12	8	25	22		8	22	10	17	8	88	12	21 I	2.700 m
		31	14	51	25	SK.	51	2	8	8	8	13	22	12	-	12	13	12	8	a 1	Gestion étages
1 1/2 H	1 22	21	15	23	<i>10</i>	14	15	8	10	8	Si.	8	25	15	23	12	12	85	N.	- 10 - 10	Niveau du sol
τ ⁷ Β. .★. Ι	5 PH 4 -8	8	8	53	10	2	53	2	st	10	10	2	23	2	53	82	1	12	22	st t	X = 0.000 m Y = 2.700 m Z = 0.000 m
199 ¥	<u>, 75</u>	8	88	-	×	8	10	*		<u>8</u> 8	99	98	83	2	10	×	<i>6</i> 8	8		a 6	Représentation
no » ED S		6	a	55	68	a.	15	ω.		Bi	×	84	5	8	21	8	8	55		5. 	10 10 10 10 10
×.	· 🖉	£2	8	Y	31	0	12	8	12	25	8	17	2	12	10	8	10	22	e	× 2	Grandeur
	H (Ie	8	8	L.,	×	8	10	æ	a	10	35	59	8	8	10	×	a	62	×	a s	Police 25 호 Symboles 10 🜩
<u>_</u> #>		¢7	8	14	68	13	61	8	21	28	8	84	6	12	1	8	22	15	8	N 2	Charges 10 文
		0	:3	14	8	2	tsi	8	2	8	8	2 <b>7</b>	£1	:2	10	æ	2	12	8	× 5	Résultats 20 🚖
		8	6	-55	32	8	8	1	93	8	12	34	8	8	83	R	95	8	×		Aucun
			8	23	12	8	11	92	84	18	12		8	2		10	8	8	12	L _X	
																					11.

Dans la figure au-dessus on a opté pour une représentation de fil ⁽²⁾. Mais vous pouvez également afficher la poutre dans une représentation solide (2).

La structure est maintenant entièrement composée. Ensuite, nous définissons les charges.

### 3.1.3. Définition des charges

Etape 3: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖼, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.



#### A propos de la configuration 'Charges'

La fenêtre de configuration 'Charges' est dotée d'une palette distincte qui contient toutes les fonctions permettant de définir les différentes charges et de générer les combinaisons de charges. Notez bien que le point de vue demeure inchangé quand vous basculez entre les deux fenêtres de configuration.

### 3.1.3.1. Créer les groupes de charges

Etape 4: Créer des groupes de charges

Avant d'introduire la moindre charge, il est important que vous définissiez les différents cas de charges dont vous avez besoin. Cliquez sur le bouton

 $\gamma_{g}^{\gamma_{u}}$  de la palette de la fenêtre 'Charges'. L'écran suivant s'affiche:

-				Diamo	onds -	Beton	VB1.bs	sf - [Ve	enster 1	- Poic	ls prop	ore - (	kN, kNr	n, mm, kN/m,	kNm/m,	kN/m ²	°C)]			×
-	Eich	nier <u>E</u> dition <u>V</u> ue	<u>S</u> élect	ion <u>M</u> o	ontrer	Analyser	Optic	ons Fe	<u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e				11						- 8 ×
C	1 🖬	· • 0.8	<b>D</b>	0.04	FR B	HA	<b>##</b>  ]	<b>T.:</b> [		X Ke	<b>9</b>   §	\$ <u>111</u> (	∋ F‱ ⊐	9      =	Ð					
3	6	🛯 🖶 🔀 Venster :	l.		-   [	1 Ch	arges				-		H 🛛 🗟	1 月 日	<) Q (	Q 🖾 🛛	LET .	DR	e p	
γ	γ _u		0	58	8	12	53	8	8	15	35	10	42	a 51	8 8	10		12		Niveau actif Verdieping 1 💌
Po	ids p	ropre 💌 .	8	8	12	8	-0	1	95	39	58) 	8	8	8 - E	K 95	10	8	85	*	2.700 m
Ť.	C.		8	17	12	8	81	8	84	15	<u>8</u>	12	8	8 B -	8 S	88	12	84	5	2.700 m
	-	المحملي مل	54	51	28	16	-0	25	15	6	81	82	22	a 10 1	e e	51	25	33	-	Gestion étages
NHS.	i		к	23	w.	а.	25	12	a	6	84	52	25	x 23 3	v u	8	12	10		Niveau du sol
÷	Groupes de charges – 🗆 🗙																			
c	Coefficients de charges pour     EN 1990     Image: Classe de conséquence     Image: Classe de servic     Image: Classe de servic       Durée d'utilisation     50     Image: Classe de servic     Image: Classe de servic																			
	Ajouter groupe de charges Insérer groupe de charges Supprimer groupe de charges Plusieurs cas par groupe 🦵																			
		Nom groupe de char	γ _{elu-}	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$ -	$\gamma_{\rm els+}$	$\psi_0$	$\psi_1$	ψ2	φ	ξ	to	Combina la fissura	k _{mod}	Charge	Action				
	~	Poids propre	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	—	<u>+++</u>				
	✓	charges permanen	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		permanent	-	<u>+++</u>				
✓         charges d'expl. A :         1,50         0,00         1,00         0,50         0,30         1,00         0         terme moyen         —         ⊥⊥⊥																				
	Groupes de charges incompatibles Groupes de charges liés Combiner groupes de charges																			
	Aide Annuler QK																			

#### A propos de la fenêtre 'Groupes de charges'

- Dans le menu du haut, indiquez la **norme** à laquelle les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison doivent répondre. En ce moment, cette fenêtre indique 'Eurocode 0', sans annexe nationale.
- Dans certaines annexes nationales, les coefficients de sécurité dépendent aussi de la classe de conséquence et de la durée de vie du projet. Les deux sont liés à l'intérêt économique et/ou social de l'ouvrage. Une classe de conséquence/durée de vie du projet plus élevée/longue entraînera des facteurs de sécurité plus hauts.
- En haut à droite, vous pouvez indiquer la **classe de climat.** Cette classe de climat est représentative d'une teneur en humidité donnée de l'air/du bois. Diamonds utilise la classe de climat pour déterminer le facteur de modification  $k_{mod}$ . Le facteur de modification  $k_{mod}$  prend en compte l'influence de la durée de la charge et de la teneur en humidité sur les caractéristiques de résistance. Le facteur de modification  $k_{mod}$  dépend non seulement de la classe de climat mais aussi de l'espèce de bois et de la classe de durée de la charge. Vous devez indiquer la classe de durée de la charge pour chaque cas de charge dans la dernière colonne.
- Dans le tableau en-dessous, les cas de charge 'Poids propre', 'Charges permanentes' et 'Charge d'exploitation A' sont prédéfinies par défaut. A part le poids propre, vous pouvez les renommer ou les supprimer librement. Les cases à droite de chaque cas de charge contiennent les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison nécessaires pour la génération automatique des combinaisons de charges.
  - Nous ne discuterons pas les autres paramètres de cette fenêtre.

Pour ne pas compliquer l'exemple, nous gardons tels quels les paramètres déjà présents dans la figure ci-dessus. Cliquez ensuite sur le bouton 'OK'.

### 3.1.3.2. Introduire les groupes de charges

Maintenant que les groupes de charges sont définis, nous pouvons attribuer des charges à la structure.

Pour plus de simplicité, nous supposons que la poutre supporte 50% des charges appliquées sur les planchers. Les autres 50% sont répartis entre la façade avant et la façade arrière. Cela revient à ce que la poutre reprenne les charges sur 5m de large.

Etape 5: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le **poids propre** de la poutre est calculé automatiquement et ne peut pas être modifié.



- La charge permanente sur les poutres est déterminée sur base du poids propre du plancher  $(4,5kN/m^2 \cdot 5m = 22,5kN/m)$  et de la charge permanente qui repose sur ce dernier $(3,0kN/m^2 \cdot 5m = 15kN/m)$ . Charge permanente totale: 37,5kN/m
  - Utilisez le menu déroulant pour activer le groupe de charges 'Charges permanentes'.
  - o Sélectionnez ensuite toutes les poutres et cliquez sur le

bouton ⁴. Notez bien que seules les icônes qui peuvent être appliquées aux éléments sélectionnés vont s'éclairer.

Complétez la boîte de dialogue comme suit:

Diamonds - BetonVB1.bsf - [Venster 1 - charges permanentes - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² )	, °C)]	- 🗆 🗙
🧇 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenétres Aige		- 8 ×
▋▆▆▋▙▆▝▋▕▙▆▝▌▏॰॰▕▏ĦĦĦ▏▓▏▋▓▕▓▆▋▓▓▖▌▝ૹ॓ॼ⊕▝▓▝▌▁▎▎₣▐৽ৠ		
😨 回 春 🛛 Venster 1 👤 🚺 Charges 🔹 腕 砰 💹 🔁 🥙 Q Q 🔯 🥒	DR	
y ^N , ∰ ⊗		Niveau actif
	a a	Verdieping 1
	_	2.700 m
Force sur une ligne	30 ST	2.700 m
		Gestion étages
	a a	Niveau du sol
		Plan de dessin
	10 ST	Y = 2.700 m
valeur début 37,5 kN/m	а » <del>-</del>	Z = 0.000 m Représentation
Vent valeur fin 37,5 kN/m	12 12	888
v Dynamique		A &
	N 12	~ ~
longueur de l'élément physique = 5,00 m (première barre sélectionnée)	94 - 54	Grandeur Police
distance du début 0,00 m		Symboles 10
tistano de la fin	8 8	Charges 10
	a a	Régultate 20
🔽 valeurs et distances liés à l'élément physique	-	Affichez groupes
	8 8	Aucun 👻
Ai <u>d</u> e <u>Annuler</u> <u>OK</u>	, Ľx	
		1.

Les charges introduites sont représentées dans la fenêtre de configuration 'Charges'.



Vérifiez à l'aide d'figure ci-dessus ou si vous avez entré les charges correctement. Si vous avez fait une erreur, vous pouvez

- double-cliquez sur l'élément pertinente et dans la fenêtre qui apparaît ajuster les valeurs.
- OU sélectionner les éléments avec une erreur et supprimer les charges avec [™]. Vous devez définir la charge par la suite.

- La **charge de service** sur les poutres est déterminée comme suit:  $2,0kN/m^2 \cdot 5m = 10,0kN/m$ 
  - Sélectionnez maintenant dans le menu déroulant le groupe de charges 'Charge d'exploitation A: séjours'
  - Définissez une charge linéaire de 10kN/m de la même manière que pour les charges permanentes.

### 3.1.3.3. Faire des combinaisons

Avant de commencer le calcul, nous devons générer les combinaisons nécessaires dans les différents états limites.

#### Etape 6: Faire des combinaisons

Cliquez sur le bouton dans la palette correspondant à la configuration 'Charges' . Une boîte de dialogue s'affiche, avec une liste encore vide de combinaisons. Cliquez sur le bouton *Générer automatiquement les combinaisons*, indiquez dans le menu déroulant que vous souhaitez appliquer l'équation 6.10 classique, encore que prudente, et cochez tous les états limites.



Après que vous avez cliqué sur le bouton 'OK', toutes les combinaisons exigées selon la norme s'affichent, regroupées par état limite. Si vous le souhaitez, vous pouvez encore modifier ces combinaisons voire définir

vos propres combinaisons. On consultera à ce sujet le Manuel de référence.

<b></b>			Combir	aisons de charges	- 🗆 🗙							
1	Générer automatiquement les combinaisons         Créer une combinaison											
	U CF (état li	mite ultime - com	binaison fondamental	e)								
EL	oupe de cha U CF (état li	i <b>rges</b> mite ultime - com	binaison fondamental	e)								
EL EL EL	ELU CS (état limite ultime - combinaison sismique) ELU IN (état limite ultime - incendie) ELS CR (état limite de service - combinaison rare) ELS CF (état limite de service - combinaisons guasi-permanente)											
ELS QP (état limite de service - combinaisons quasi-permanente)           4         ELU CF 4         1.00 x 1.00         1.00 x 1.35         0.00												
5 ELU CF 5 1.00 x 1.35 1.00 x 1.00 1.00 x 1.50												
6	ELU CF 6	1.00 x 1.35	1.00 x 1.00	0.00								
7	ELU CF 7	1.00 x 1.00	1.00 x 1.00	1.00 x 1.50								
8	ELU CF 8	1.00 x 1.00	1.00 x 1.00	0.00								
Modifier une combinaison       Supprimer une combinaison       Supprimer toutes les comb.         Importer des combinaisons       Exporter des combinaisons												
	Ai <u>d</u> e				<u>Annuler</u> <u>O</u> K							

Cliquez sur 'OK' pour fermer la boîte de dialogue des combinaisons de charges.

Les noms des différentes combinaisons de charges se retrouvent maintenant aussi dans le menu déroulant de la palette 'Charges'. Sélectionnez une de ces combinaisons, et l'ensemble des charges qui interviendront pendant cette combinaison s'affiche dans la fenêtre.



### 3.1.4. Calcul du maillage

#### Etape 7: Générer le maillage

Dans la barre d'icônes, cliquez sur le bouton 🖾 ou sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Maillage...'.



Cliquez maintenant sur 'OK' pour lancer le calcul du réseau d'éléments finis. Une fenêtre vous montre l'avancement du calcul.

#### A propos du générateur de maillage

- Diamonds est un programme d'éléments finis 'basé sur des déplacements'. Cela veut dire concrètement que le modèle sera subdivisé en un nombre limité (= nombre fini) d'éléments. Nous désignons la création d'un tel réseau d'éléments finis par le terme 'génération de maillage'.
- Les données figurant dans la moitié supérieure de cette boîte de dialogue portent sur la subdivision des éléments de plaque. Etant donné qu'il n'y a pas de plaques dans cet exemple, ces paramètres ne s'appliquent pas.
- Dans la moitié inférieure, notez le nombre d'éléments dans lequel il faut subdiviser un élément isolé (c.-à-d. une poutre ou une colonne isolées). Vous pouvez aussi indiquer ici la longueur minimum. Remarque: pour des poutres et des colonnes isolées, 8 à 10 subdivisions constituent un bon choix.

### 3.1.5. L'analyse élastique globale

#### Etape 8: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Analyse élastique'. Vous pouvez aussi débuter directement l'analyse en utilisant la touche de fonction **F9** ou l'icône dans la barre d'icônes. La boîte de dialogue suivante s'affiche:

Diamonds - BetonVB1.bsf -	[Venster 1 - charges permanentes - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, k	:N/m², °C)] – 🗆 🗙
Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Op	ions Fe <u>n</u> ètres Ai <u>d</u> e	- 8 ×
Venster 1	·	
y ^y _g mi O		Niveau actif
charges permar 💌	Paramètres de l'analyse	× 2.700 m
Structurel St	l Dynamique	. 2.700 m
▲ Analyse		Gestion étages
Image: Constraint of the second se		· Niveau du sol 」」上・Plan de dessin X = 0.000 m
récision efforts n     récision efforts n     Nombre maximal d     ven     Simique     Nombre maximal d'itératio	rmaux dans les barres: 0,01 % térations pour second ordre: 10 💽 Ins pour non-linéarités: 50 🔶	Y = 2.700 m Z = 0.000 m Représentation
✓ Dynamique     ✓ Moble     ✓ Imperfections globales		
✓ Assemblages		Police 25 文
<ul> <li>Fissuration du béton</li> </ul>		Symboles 10 文
	Aide <u>Annuler</u> < Précédent Suivant >	QK Affichez groupes

Nous choisissons une analyse du premier ordre et nous confirmons par 'OK'. Une boîte de dialogue vous montre l'avancement du calcul.

Exécution de l'analyse	STOP
Transfert du modèle vers le coeur de calcul (ça peut prendre du temps)	
Paramètres	
(management of the second of t	
25	j.;24-;0∆

Le bouton wous permet d'arrêter le calcul. Si vous stoppez le calcul, il faudra le recommencer entièrement par la suite.

#### Etape 9: Passer à la configuration 'Résultats'

Pour visualiser les résultats du calcul sous forme graphique, cliquez sur l'icône 🖻 en haut de la barre d'icônes ou sélectionnez la configuration 'Résultats' dans le menu déroulant voisin.



#### A propos de la configuration 'Résultats'

Dans le haut de la palette correspondante, du côté gauche de la fenêtre modèle, vous voyez plusieurs boutons qui représentent chacun un groupe spécifique de résultats.

- Seuls sont disponibles les boutons pour lesquels un calcul a été effectué.
- Une fois qu'un de ces boutons est enfoncé, vous pouvez visualiser les résultats partiels.
- Indiquez ensuite la combinaison de charges dont vous souhaitez examiner les résultats. Dans un premier menu déroulant, sélectionnez le type de combinaison de charges (groupe de charges individuel, ELU CF, ELU SC, ELS CR, ELS CF ou ELS QP), puis indiquez quel groupe de charges spécifique ou quelle combinaison il faut visualiser. Dans le cas d'une combinaison de charges, vous avez le choix entre une combinaison de charges individuelle (désignée par un numéro) ou l'enveloppante. Dans les cas où le résultat propose une enveloppante, il se peut qu'il faille encore, pour certains résultats, indiquer s'il faut afficher les résultats minimaux (min) ou maximaux (max).

Nous allons parcourir ci-dessous quelques résultats.

#### Etape 10: Flèche

Diamonds vous montre par défaut les déplacements verticaux dans la direction Y pour la première combinaison (ou la première groupe de charge quand vous avez aussi générer les combinaisons pour les groupes de charge). Vous remarquerez que le bouton pour les déplacements est

actif ¹. Ci-dessous le bouton pour les déplacements verticaux suivants l'axe Y global ^(N) ^(sy) est actif.



Sélectionnez ensuite le groupe de combinaisons 'ELS QP' et sélectionnez l'enveloppante des résultats.

- La flèche maximale est de 4,5mm. Ne vous trompez pas: cette flèche est une flèche élastique! La flèche fissurée après fluage peut être 3 à 5 fois plus grande.
- Dans toutes les combinaisons ELS QP et sur chaque position de la poutre, Diamonds cherchera la valeur minimale de la déformation.
   Ces valeurs sont représentées par la ligne mince.
   Dans toutes les combinaisons ELS QP et sur chaque position de la

poutre, Diamonds cherchera la valeur maximale de la déformation. Ces valeurs sont représentées par **la ligne épaisse**.

Ainsi que cette image s'appelle 'enveloppe'.


Notez bien que vous pouvez régler la grandeur de l'écart dans la palette 'Grandeur' qui se trouve du côté droit de la fenêtre de travail.

#### A propos de l'échelle

Diamonds applique par défaut une échelle de couleur symétrique pour tous les résultats. Mais vous pouvez choisir une autre indication d'échelle **1**.

Vous devez comprendre cette échelle standard comme suit: les valeurs extrêmes de la palette de couleurs correspondent à la plus grande valeur positive OU à la plus grande valeur négative. L'échelle de couleurs va effectivement de -4,5 à +4,5mm. Mais la plus grande et la plus petite valeur sont reprises respectivement au-dessus et en-dessous de l'indication d'échelle. Par conséquent, dans le résultat ci-dessus, seule la moitié inférieure de la palette de couleurs sera utilisée.

# Etape 11: Déformation dans la fenêtre de détail

Sélectionnez toutes les poutres. Cliquez sur l'icône 📓 à l'extrême droite de la barre d'icônes pour demander un résultat détaillé. Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Du côté gauche, vous trouvez tous les boutons de la palette 'Résultats" qui sont d'application pour les poutres.



Notez bien que, cette fois, les déformations sont définies suivant le repère d'axes local des barres. Le déplacement angulaire  $\varphi_{x'}$  (autour de l'axe local x') est également représenté. Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 12: Contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la barre)

La figure ci-dessous représente les contraintes élastiques pour l'enveloppante 'ELU CF'.



Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,45m. Notez '2,45' sous la flèche blanche.

En cas de combinaison enveloppante, la combinaison déterminante s'affiche aussi. Vous pouvez éliminer cet affichage en cliquant une fois sur le bouton  $\square$ , qui se changera en  $\square$ .

Cliquez sur 'OK'.

# Etape 13: Contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)

Maintenant montrez les contraintes pour la combinaison UGT FC1.

- Sélectionnez la première barre et cliquez sur l'icône a droite dans la barre d'outils.
- Ou double-cliquez sur la première barre.

Une nouvelle fenêtre s'ouvre.



Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,5m. Notez '2,5' sous la flèche blanche.

Cliquez avec la souris sur la section pour consulter les contraintes sur chaque position.

Notez que les contraintes dans cette fenêtre sont TOUJOURS élastiques!

*A propos des contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)* Choisissez à gauche en haut pour quel groupe ou **combinaison de charges** vous souhaitez montrer les contraintes.

Déplacez la **position de l'ascenseur horizontale** pour voir les contraintes dans la section à une certaine position de la barre. En cliquant cette distance, vous pouvez introduire une valeur à choix.

#### Résultats avec échelle :

- Dans la zone au milieu, la section sélectionnée est représentée graphiquement avec ses axes principaux d'inertie. Quand une section est double symétrique, ces axes seront coïncidents avec les axes locaux.
- Sur les axes principaux, vous voyez des points rouges. Ce sont les points pour lesquels les résultats de contrainte  $(N + M_y \text{ et } N + M_z)$  sont représentés dans la fenêtre des résultats globaux de Diamonds. La position de ces points est déterminée comme l'intersection des axes principaux avec le rectangle qui enveloppe la section (EN : bounding box).
- Lorsque vous approchez ces points rouges avec le curseur, Diamonds va se caler à eux.
- Bougez la souris sur la section pour voir les contraintes à une certaine position. Introduisez les coordonnées 'x' et 'y' pour montrer les contraintes dans un point à choix. Les contraintes dans cette fenêtre sont basées sur N + M_y + M_z
- Compression est négative, traction est positive.

Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 14: Moments $M_{\gamma}$

Dans la palette, cliquez sur  $\mathbb{W}^{E}$  et sélectionnez les résultats de la barre  $M_{v}$ . Choisissez la combinaison enveloppante ELU CF.



La ligne des moments est toujours représentée sur le côté en traction de l'élément. Le signe du moment correspond à la direction des axes locaux. Dans ce cas-ci, l'axe local z' est orienté vers le haut, donc traction dans la partie supérieure.

#### **Etape 15: Réactions**

Une fois revenus dans la fenêtre modèle, nous cliquons sur le bouton de la palette pour afficher les réactions. Toutes les réactions sont représentées séparément par Diamonds. Dans cet exemple, nous nous intéressons aux réactions verticales des nœuds sous la combinaison 'ELS CR': nous sélectionnons les réactions aux points d'appui  $R_{y}$ .



Jusqu'à présent, nous avons eu un aperçu des fonctionnalités dans la configuration 'Résultats'.

# 3.1.6. Calcul de l'armature

#### A propos du dimensionnement du béton

Diamonds vous permet de calculer l'armature longitudinale nécessaire. Pour les poutres et les colonnes, le programme détermine en outre l'armature transversale requise. Aucun contrôle des efforts tranchant n'est réalisé pour les éléments de plaque! Mais il est possible de réaliser un éventuel contrôle de poinçonnement. Vous trouverez de plus amples informations dans le Manuel de référence.

Avant de débuter le calcul, nous contrôlons les caractéristiques du béton et de l'armature utilisés.

Sélectionnez l'instruction du menu 'Modifier – Bibliothèque matériaux' et sélectionnez le matériau 'Béton C25/30' dans la colonne de gauche. Le béton C25/30 est un matériau standard. Les matériaux standard sont caractérisés par l'icône #.

Ader S280GD+Z         A           A Ader S230GD+Z         A           Ader S330GD+Z         A           Ader S350G+Z         A           Ader S355         A           Ader S390GP+Z         A           Ader S390GP+Z         A           Ader S390GP+Z         A           Ader S460 MC         A           Ader S460 MC         Béton C12/15           Béton C16/20         Béton C16/20           Béton C16/20         Béton C20/25           Béton C30/37         V	Nom       C25/30         Type matériau       béton         Propriétés mécaniques       Propriétés thermiques       Avancé         Image: Construction of the state of the st
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Les caractéristiques d'un matériau standard ont été déterminées sur base de la norme et vous ne pouvez pas les modifier. Si vous souhaitez quand même apporter des modifications dans les matériaux standards, vous devez créer un nouveau matériau. Les matériaux définis par vous-même sont caractérisés par l'icône

Sur le côté droit de cette fenêtre, vous trouvez :

- les propriétés élastiques : le module d'élasticité, le coefficient de Poisson, le module transversal, le coefficient de dilations thermique et la densité.
- les propriétés thermiques utilisées dans une analyse d'incendie
- les caractéristiques de résistance dans l'onglet 'Avancé'. Nous allons parcourir en particulier les caractéristiques qui s'appliquent pour l'Eurocode 2: EN 1992-1-1 [--].

Dans le premier onglet, nous trouvons les **caractéristiques du matériau pour le béton** : la résistance caractéristique en compression mesurée sur cylindre  $f_{ck}$ , la résistance en traction  $f_{ctk}$ , le facteur de sécurité partielle pour le béton  $\gamma_c$ , les coefficients de fluage  $\varphi$  et les limites pour les contraintes en béton dans l'état limite de service.

Chercher	Nom C25/30
Ader S280GD+Z     Ader S380GD+Z     Ader S350GD+Z     Ader S3550GD+Z     Ader S355     Ader S355     Ader S355     Ader S350M     Ader S460M     Ader S460MC     Ader S600MC     Béton C12/15	Type matériau     béton       Propriétés mécaniques     Propriétés thermiques       Image: Eurocode 2 : EN 1992-1-1     Image: Eurocode 2 : EN 1992-1-1       Béton     Armatures       Résistance de compression fck     25.0
Béton C16/20     Béton C20/25     Béton C20/25     Béton C30/37     Béton C35/45     Béton C35/45     Béton C40/50     Béton C45/55     Béton C50/60     Béton M15 (IS)     C(IS)	$\begin{tabular}{ c c c c c } \hline Contrainte traction fct & $2.6$ N/mm² \\ \hline $\gamma_c$ & $1.5$ \\ \hline $Coefficient de fluage O(t, to) pour limitation des con $1.4$ \\ \hline $Coefficient de fluage O(t, to) pour déformation $2.0$ \\ \hline $\hline $Compression max. permise pour combinaisons rares$ \\ \hline $\hline $Compression max. permise pour combinaisons rares$ \\ \hline $\hline $15.0$ N/mm² $$ $\hline $\hline $après fluage$ \\ \hline $\hline $Max and $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $\ $
# Beton M20 (IS) # Béton M25 (IS) # Béton M30 (IS)	✓         Compression max. permise pour combinaisons quasi-permanentes           11.3         N/mm²         ✓ après fluage           0.45 fck

Vous retrouverez les **caractéristiques matérielles de l'armature** dans le deuxième onglet : la qualité de l'acier des armatures longitudinale  $f_{yk}$  et transversale  $f_{ywk}$ , Le facteur de sécurité partielle pour l'acier d'armature  $\gamma_s$ , le limite pour les contraintes dan l'acier et le pourcentage géométrique minimum et maximum d'armature.

Chercher	Nom C25/30
Acier S280GD+Z	
Acier S320GD+Z	Type materiau beton
Acier S350GD+Z	
Acier S355	Propriétés mécaniques Propriétés thermiques Avancé
Acier S355 M	
Acier S390GD+Z	IM  Eurocode 2 : EN 1992-1-1
Acier S460 M	
Acier S460MC	Béton Armatures
Acier S600MC	500.0 M/ S
# Béton C12/15	Resistance elastique longitudinale : tyk
# Béton C16/20	Résistance élastique transversale : fywk 500.0 N/mm ²
# Béton C20/25	y 1.2
A Béton C25/30	/s 1
A Béton C30/37	Contrainte limite pour combinaison ELS-CR 0.8 x fyk
# Beton C35/45	
# Beton C40/50	Pourcentage min. d'armatures 0.2 %
# Beton C45/55	Pourcentage max d'armatures
Beton CSU/60	V

Cliquez sur 'OK' pour fermer la bibliothèque des matériaux.

# Etape 16: Choix de la norme béton

Sélectionnez maintenant l'instruction du menu 'Analyser – Norme béton...' et indiquez que vous voulez calculer l'armature conformément à la norme européenne EN 1992-1-1. Nous ne faisons pas appel à une annexe nationale [--].



# Etape 17: Calcul de l'armature

Sélectionnez ensuite l'instruction 'Analyser – Calcul armature' dans le menu, appuyez sur **F2** ou cliquez sur le bouton ^(S) dans la barre d'outils. Une boîte de dialogue qui vous montre l'avancement du calcul s'affiche.

Une fois que le calcul se termine, le bouton set activé dans la palette 'Résultats' pour représenter les résultats de l'armature. Les résultats de l'armature des poutres ainsi que des plaques sont représentés par le même bouton s. Tout comme pour les autres résultats, sélectionnez une armature spécifique via les boutons ci-dessous. Notez bien que, cette fois, vous ne pouvez pas choisir de combinaison de charges. **En effet, l'armature est calculée sur base des enveloppantes des différentes états limites.** 

Visualiser l'armature longitudinale dans les poutres: sélectionnez l'armature longitudinale  $A_y$ . L'armature longitudinale  $A_y$  est l'armature nécessaire pour résister aux moments  $M_y$  (flexion autour de l'axe fort).



L'armature calculée correspond à l'armature optimale (la plus économique).

La quantité d'armature est toujours dessinée à côté de la poutre où elle est nécessaire.

Les **lignes minces** des graphiques représentent la quantité d'armature nécessaire pour satisfaire uniquement à l'état limite ultime ELU.

Les **lignes épaisses** représentent la quantité qui tient compte non seulement de l'état limite ultime ELU, mais aussi de l'état limite de service ELS pour les contraintes, des exigences minimales en matière d'armature et d'un éventuel danger de flambement.

Aux endroits où la ligne épaisse se trouve loin de la ligne mince, les états limites de service ELS sont importants. Cela signale une poutre mince, dont la hauteur est inférieure à la hauteur optimale.

Les trois autres résultats vous donnent les résultats de l'armature longitudinale pour la flexion autour de l'axe faible et les résultats de l'armature transversale pour la flexion autour de l'axe fort ou de l'axe faible.



Etape 18: Résultats de l'armature sous forme de tableau

Sélectionnez la portée centrale et cliquez ensuite sur l'icône  $\mathbb{R}$ . Les résultats de l'armature pour la poutre centrale s'affichent cette fois sous forme de tableau. Vous y trouvez les 4 armatures longitudinales requises (au-dessus, en-dessous, à gauche et à droite) et l'armature transversale suivant les 2 directions principales ( $A_{wy}$  et  $A_{wz}$ ) pour chaque point de maillage de la barre.

<b>9</b>						D	iamo	onds -	Bet	onVE	1.bsf	- [Fe	nêtre '	1 - Ay	dans l	la b	arre (	mm²)]					×
🥮 Eichier Edition	<u>V</u> u	e <u>S</u> él	ection	Mon	trer	Analyse	a <u>O</u> l	ptions	Fe <u>n</u> ê	tres	Ai <u>d</u> e								1			-	e ×
	. 8		ŝ	≈	F# F	ĦĦ		1	X		X Ke	: 6	8: 1	<u>1</u> 🕀	Fe∦			「ゆ					
🛛 🗷 🖥 🖉 🖡	enêtre	1		•	3   [	1   R	ésultat	s					• 6				₩ ¢	≩   <i>∛</i> ייץ	Q Q 🖬				
<b>F.7</b> 🕅 🖉	×	2	10	35	$\alpha$	10	27 1	027	10	38	38	8	1027	. 28	83	×	28	8	8 8 8	max =	= 1837	liveau actif	-
Fr Dr Pro	ŝ	-25	10	8	-22	10,		037	20	89	8		1037	82	151	8	8	10	8 8 8	1837 ↔	e la construction de la construc		m
The sta		.1	50	1		1					-				-	4				Results	F	_ □	×
I I •••• ≫ •=• 13     √		5	50					P		1			A	T									
8			- Cont	100		12	7	47	-	32	10				100								
	8	Y	61	224	1.15	18	9	38	28	99	82	38	2	21	122		po	sition	Ay	Az	Awz	Awy	^
	æ	L	×Х	8	-25	28	3	32	25	95	137	28	35	37	62				(mm²)	(mm²)	(mm²/m)	(mm²/m)	
Ay Az	8	95	83	15	10	32	32	93 1	32	32	34	39	22	8	- 23		2 - 1 (	0,00 m)	sup. = 1837 inf. = 747	droit =0 dauche =0	725	0	
Aug Aug	12	88	27	52	84	18	12	88	28	32	12	23	32	85	-		2 2/	0.62	sup. =536	droit =0	E42		
																	2-21	0,65 m)	inf. =150	gauche =0	545		
<b>A</b> 23		- 25	54	8	- 25	38	8	- 15	28	3	2	38	3	~	<u>6</u> 2		2 - 4 (	1,25 m)	sup. =150	droit =0	362	0	
Art Art	8	15	85	35	15	80	38	93	82	38	28	80	18	28					sup. =150	droit =0			
	12	82	27	12	82	28	12	84	28	32	82	23	22	85	10		2 - 6 (	1,88 m)	inf. =195	gauche =0	200	0	
	25	35	51	28	33	6	8	33	8	89	12	65	8	12	30		2 - 8 (	2,50 m)	sup. =150	droit =0	200	0	
N 📈 💥		1	8	33		82	32	23	32	32	8	80	2	89	8				inf. =287	gauche =0			
	12	82	37	11	84	18	2	87	13	-	12	23	2	84			2 - 10	(3, 13 m)	) sup. =150 inf. =195	gauche =0	200	0	~
																Ľ			-	-1	-1		
	28	33	62	98	3	63	8	-0	62	85	12	65	85	19	20		Help		🛎 🖪 🛔				<u>о</u> к
	10	12	26	12	122	85	9	17	8	56	55	89) 89)	8	55	20						Ľ,	ryt erfe	
No.	12	2	27	12	- 21	10	2	24	25	- 52	8	12	2	24	8	22	8	2	N N 1		<b>^</b> ] =		
		_	_	_	_	_		_	_	_	_	_	_	_	_		_	_			_		11.

# 3.1.7. Calcul de la flèche fissurée

La flèche que vous avez calculée jusqu'à présent est une flèche élastique, basée sur les caractéristiques élastiques du matériau béton, définies dans la bibliothèque des matériaux. Toutefois, dans la pratique, la flèche de structures en béton armé dépendra fortement de la mesure dans laquelle le béton se fissure.

La fissuration survient quand le moment fléchissant dépasse le moment de fissuration dans les combinaisons rarement présentes. Le moment de fissuration dépend de la résistance en traction du béton et de la quantité d'armature placée.

Si vous ne donnez pas de spécifications particulières, Diamonds supposera que l'on placera dans la pratique exactement autant d'armature que ce que le programme a calculé (soit les minimas imposés par la norme). Si vous désirez forcer le programme à tenir compte d'une armature prévue pour une plaque ou une poutre donnée, vous pouvez l'imposer sous la forme d'une armature pratique.

# Etape 19: Attribuer une armature pratique aux poutres

Visualisez un des quatre résultats d'armature des poutres. Sélectionnez ensuite toutes les poutres à l'aide de la touche CTRL et tenez le bouton droit de la souris enfoncé.

<del>9</del>	Diamonds - BetonVB1.bsf - [Fenêtre 1 - Ay dans la	a barre (mm²)] 🛛 🗕 🗖 💌
Eichier Edition Yue Selection Montrer Ar	alyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e	- 6 ×
□☞	⊞ ः <b>ा</b> ⊠ 📾 ४ २० ७ छ छ ⊕ छ ⊻	1 一 事 る
😨 🗟 🗮 🛛 Fenêtre 1 💽 🚺	Résultats 🔹 🕅 🖽 💹 🛃	# # * Q Q # / D B & D   0 A   5
<b>1.7</b> 0 0	837 1837 1837	max = 1837 1837 ← Niveau 1 ▼
		150 1378 ←
150		919 ↔ 150
	1224	459 ← ■ Gestion étages
	Armature	pratique veau du sol
$\rightarrow \chi $		an de dessin
Ay	452 mm2	0.00 m 2.70 m
		0.00 m
	Max calculé : 1837 mm ²	Max calculé : 0 mm ² entation
A25 A25	Nombre de barres : 3 🚖	Nombre de barres : 2 🚖
Are Azi		
	1256 mm²	0 mm ²
A	Max calculé : 1224 mm²	Max calculé : 0 mm² 25 €
🖈 🔊 🗙	Nombre de barres : 4	Nombre de barres : 2 🜩
		s 10 €
	Aide	Annuler OK Its 20 🗲
		z groupes
a 10 a 10		

Nous prévoyons dans toutes les poutres:

- une armature supérieure: 3xØ14 (461mm²)
- une armature inférieure: 4xØ20 (1256mm²)

Vous trouvez en bas l'armature maximale calculée pour chacune des 4 armatures longitudinales (au-dessus, en-dessous, à gauche et à droite). Aux endroits où l'armature calculée théorique est supérieure à l'armature pratique, Diamonds ne tiendra aucun compte de cette armature pratique pendant le calcul de la flèche fissurée. Nous indiquons aussi que cette armature sera répartie sur 3 et 4 barres. Ce nombre est important pour le calcul de la largeur de fissuration. Confirmez par 'OK'.

# Etape 20: Représentation graphique d'une armature pratique dans les poutres

Vous pouvez faire reprendre cette armature pratique dans la représentation graphique de vos résultats. Pour ce faire, cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes afin de modifier les paramètres de configuration de la fenêtre de configuration active ('Résultats'). Sélectionnez l'onglet 'Résultats' et indiquez que l'armature pratique qui a été attribuée aux barres doit aussi être représentée graphiquement. Cliquez sur 'OK'.

*	Diamonds - BetonVB1.bsf - [Window 1 - Ay dans la barre (mm²)]       ++ ×                 Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige                    P														
	ic cir Montr	rer Analyser Options Fe <u>n</u> etres 刊日田 III <b>T</b> III 図 顧	AlgeX 】 業 投 占 燃 亚 ④ F% ゴ     声 順   柳   Dorien ▼ <mark>■</mark> 早												
😨 🗟 🖷 🔀 Window 1		Configuration utilisateur													
7.7 1 8 28		40404040	Configuration fenêtre ×												
A Ra Ca	(a 11)	10191019	configuration actuelle -												
462			Configuration utilisateur												
	<b>3</b>	.1256													
L.×X	<i>a</i> : 5	N 10 10 10 10	Général Géométrie   Mailage Resultats												
		17 K K K K	Réprésentation Echelle default   Échelle manuelle   Résultats sur linnes   Résultats sur planues   Réactions												
	24 - 12		Ecart 10 Ecart 10 Force :												
North Contraction of the second secon	31 - 15		✓ avec valeurs												
420 AZ3	54 45		Image: Comparison of the second s												
	51 AV		C isolignes  re n couleur												
Asw	87 18	10 00 00 00 10	avec valeurs												
	12 E														
	31 HS														
💊 😔	10 43		ramatures pratiques												
	81 - 18		armatures pratiques												
		a a a ca ac	(pour résultats détaillés)												
	· · · · ·		x 0,20 m												
			Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>												

Dans la figure ci-dessus, on voit du premier coup d'œil à quels endroits il y a lieu de prévoir une armature supplémentaire.

# Etape 21: Calculer la flèche fissurée

Vous avez maintenant doté chaque élément d'une armature pratique. Nous pouvons donc commencer à calculer la flèche fissurée. Avant tout, nous tenons à vous signaler que Diamonds vous permet de calculer

- soit la flèche totale  $\overline{223}$
- soit la flèche à un moment spécifique.

La seconde approche tient compte du moment où une charge donnée devient active et vous permet d'évaluer, p.ex., la flèche supplémentaire qui pourrait éventuellement provoquer un dommage aux cloisons.

Nous nous limiterons à calculer la flèche fissurée totale. Sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Flèche fissurée' ou cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes. La boîte de dialogue suivante s'affiche:



Laissez tel quel le paramètre  $\beta$  et indiquez que vous voulez tenir compte de l'effet du fluage du béton. Confirmez par 'OK'. Maintenant encore, une boîte de dialogue va vous montrer la progression du calcul.

#### Etape 22: Examiner les résultats

Une fois que le calcul est terminé, vous ne retrouvez plus la flèche élastique mais la flèche fissurée après fluage sous le bouton de la palette 'Résultats'. En outre, vous pouvez aussi visualiser la largeur de fissuration dans les poutres et les plaques via le bouton.

Vous voyez ci-dessous la flèche fissurée  $\delta_y$  après fluage pour l'enveloppante 'ELS QP'.



Notez bien que cette flèche est 3 à 4 fois plus grande que la flèche élastique. Cette augmentation est due en partie aux effets du fluage et en

partie à l'état de fissuration du béton (sur base de la combinaison rarement présente).

Il y a aussi lieu d'évaluer la largeur des fissures proprement dite sous la combinaison quasi-permanente. Nous trouvons, p.ex., dans les poutres une largeur de fissuration maximale sous ELS QP de 0,23mm.



Voilà, ce premier exemple vous a permis de faire amplement connaissance avec les principales fonctions de Diamonds. Plusieurs de ces fonctionnalités seront à nouveau abordées dans les exemples suivants, mais nous nous y efforcerons de mettre en lumière d'autres applications de Diamonds.

Nous n'établissons pas de note de calcul pour cet exemple (simple). L'exemple suivant s'y prête mieux, puisqu'il y a aussi des plaques dans ce modèle.

Remarque: Vous n'avez pas besoin d'enregistrer ce modèle, car nous repartirons de zéro dans les exercices suivants (§3.2).

# 3.2. Exemple 2: Calcul d'une dalle de plancher

Licences requises	✓ E	Barres 2D
	✓ L	Dalles 2D
	✓ L	Dimensionnement béton

# 3.2.1. Objectif de l'exercice

Dans ce deuxième exemple, nous allons modéliser et calculer l'ensemble de la dalle de plancher du premier étage. Nous calculerons les efforts élastiques dans les poutres et les plaques, et nous déterminerons les sections d'armature requises. Nous vérifierons aussi si la flèche fissurée après fluage est admissible. Enfin, nous établirons aussi une note de calcul.



# 3.2.2. Définition de la structure

# Etape 1: Débuter un nouveau projet

Débuter un nouveau projet via l'instruction 'Fichier – Nouveau' ou 🗋.

Nous pourrions étendre la géométrie du §3.1, mais nous ne le ferons pas, afin d'aborder le plus grand nombre possible de fonctions de Diamonds.

# Etape 2: Passer à la configuration 'Géométrie'

La définition de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 👼, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

Diamonds - [Fenêtre 1 (m)]     -     0													
	Eichier Edition	<u>V</u> ue <u>S</u> é	lection <u>M</u> o	ntrer <u>A</u> nal	yser <u>O</u> ptions	Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e							- 8 ×
	D 🗳 🖪 🖪	.60	$\sim \sim$	H H H H	7   🗰    <b>Ta</b>		6 <b>6</b> 8	9: <u>211</u> (*) F9/	r⁄	11月1月 12日			
	🗑 🗟 🖷 🖾 Fe	enêtre 1		-   1	Géométrie		•	<b>B -1</b>	2	8   4   《	ን 🔍 🔍 🛛		
	k, X	8	Sk 8	v v	24	a a	10	12	10	10	8 7	19 B	Niveau actif Verdieping 1
		12	a a	a a	8	2 2	10	8	8	a c	63 6		2.700 m
		8	13 1	i n	12		18	а.	8	e R	<b>.</b>	∕ue du dessus	Gestion étages
	夕田贺	a.	a :	1 N	8		98	2	8	e	Z		Niveau du sol
	护服用	8	12 1	1 B	8	a a	6	8	α.	. 🤞	zL _X	/ue de face	X = 0.000 m Y = 2.700 m Z = 0.000 m
		iii	ni i	4 94	86	a a	14	2	12	» E	Z	/ue arrière	Représentation
	間影的 私ノ公	14	n n	r s	8	9 9	W	8	W.	а 🌳		/ue côté gauche	Second and
		14	Y	4 94	86	9 9 9	12	2	10	*	Z-1-X		Police 10 \$
]	<u></u>	14		x	8	a a	N2	2	12	×	Z	/ue côté droit	Charges 10 文
					-	5 B	12	2		E	3D	/ue 3D	Affichez groupes
											2°"X	۲_x	
F		3	58 S		32.	× ×	35	×	35	£.	<u>x</u> x		

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue du haut. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes ou sur

dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le premier point de vue 'Vue de dessus'. Vous activez ainsi un plan de dessin horizontal. La profondeur de dessin n'a aucune importance pour le calcul d'une plaque horizontale.

#### Etape 3: Définir une trame

Avant de commencer à dessiner, nous définissons une trame. Dans la barre d'icônes, sélectionnez le bouton ill et optez pour une trame standard avec pas de 1 mètre dans toutes les directions. Indiquez que vous voulez activer la trame et la visualiser.

÷									Di	amond	s - [Fer	nêtre '	1 (m)]									- • ×
	<u>F</u> ichier <u>E</u> di	tion <u>V</u> ue	Sélec	tion <u>M</u>	ontrer	Analyse	r <u>O</u> pt	tions	Fe <u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e												_ 6 X
	🖌 🖪	Q 🖗	0	K) CI	F F	田田	<b></b>	7.0		YE	<b>9</b>	š m	⊕ F%/	IÝ	目目	10						
*	5 7 2	Fenêtre	1		• [	<b>1</b>   Ge	iométrie	e			•	ß	<b>F11</b>	3	制白	37	@ @		let 1	DR		
K	, >	< .	12	28	8	2	- 22	2	21		22	-		2			84		20	2	8	Niveau actif
							4	>	Para	mètre	s tram	e	-		×							2.70 m
C		2	15	18	<u>8</u>	35		Tra	me aéné	rale						8	82	53	85	.8	0	2.70 m
	> 🕸	-	82	53	22	8		Tra	me			Pas			-	×	13	51	2	2	12	Gestion étages
-	-	<u>–</u> ·	38	80	8	38			<ul> <li>Activée</li> <li>Désart</li> </ul>			~	1.00			8	98	10	10	8	8	🐼 Niveau du sol
	と聞き テーキロ		Ī	→ X	20	Si i		Aff	ichage	ivee		Ŷ	1,00	m		×	8	23	8	22	15	X = 0.00 m
T N	n H G		* Z		10	22		0	<ul> <li>Visible</li> <li>Non vis</li> </ul>	ible		Z	1,00	m		2	84	17	10	12	8	Y = 2.70 m Z = 0.00 m
	5 2 4	2	8	35	63	35		Trai	me varia	ble						æ		2	25	8	9	Representation
Æ	D efe i		12	6	31	85										×	13	12	8	98	×	D .
Mer		2	8	82	8	×										8	65	-8	80	8	a ³	Grandeur
A L	e m 2	2 — 3	81	88	¢.	82										a.	38	23	18	ŝ	a,	Symboles 10 📚
	9		8	10	8	2			Nouveau		Modifi	er	Sup	primer		a.	84	27	15	12	8	Charges 10 🕏
		2	57	18	5	35		Ai	i <u>d</u> e		A	nnuler		<u>O</u> K		æ	22	12	15	æ		Résultats 20 文
																						Aucun 👻
		88 	8	10	88	8	88 	<u>(</u> *	55		15	а 	*	8		8	58 	-22	8		, <b>⊢</b> ×	
			13	X?	8	37.	э¥.	73	ĸ	×	34	3	67	ĸ	30	x	33	-C	ĸ	×.h	6	1.

Vous êtes maintenant prêt à débuter votre projet.

#### Etape 4: Dessiner une première ligne de contour

Nous commençons par introduire les contours des plaques. Pour ce faire, activez la fonction de dessin à l'aide du bouton de la palette 'Géométrie' et définissez avant toute chose le bord arrière de la plaque. Vous avez alors le choix:

soit vous dessinez la ligne à l'aide de votre souris (en cliquant une fois sur le bouton gauche de la souris sur la position initiale et sur la position finale). Vous pouvez vous baser, pour ce faire, sur les coordonnées qui s'affichent dans le bas de la barre d'informations et qui s'adaptent en fonction du déplacement de la souris. Une fois que le point initial a été désigné – vous choisirez, p.ex., l'origine du repère d'axes comme point initial – vous y trouverez aussi les distances projetées jusqu'au point initial et la longueur du segment de ligne à définir. Déplacez, p.ex., la souris vers le point où dx = 15m et dz = 0m, et désignez ce point à l'aide du bouton gauche de votre souris.



 soit vous introduisez les coordonnées des deux points finaux par le clavier dans la case prévue à cette fin dans le bas de la fenêtre modèle. Les coordonnées d'un point sont séparées par un ";". Puis qui vous vous trouvez dans une vue 2D, il faut juste introduire les coordonnées 2D.

· .		•	•	:		•	•
Geef	begin	ount:	0;0				
X =	0,00m	Y = 1	2,70m	Z =	0,00n	n	

Utilisez chaque fois la touche ENTER de votre clavier après avoir saisi les coordonnées d'un point. A côté de l'introduction de coordonnées absolues, il est également possible de déterminer le point final d'une barre avec "@" au moyen de coordonnées relatives.

•													·		1
Geef	volgen	d punt	: @1	5;0											
X = 1	4,00m	1 Y =	2,70m	ιZ=	2,00m	dx	= 14,00	m d	ly = 0,00m	dz = 2	2,00m	L = 1	l4,14m	1	

Vous avez ainsi dessiné votre première ligne. Désactivez maintenant la fonction de dessin à l'aide de votre clavier.

#### **Etape 5: Définir les autres lignes de contour**

Sélectionnez cette ligne en cliquant dessus avec la souris. Plusieurs boutons de la palette, que vous pouvez appliquer à l'élément sélectionné, s'activent immédiatement. Cliquez sur le bouton  $\overrightarrow{r}$  pour copier ce segment de ligne. Complétez la boîte de dialogue comme ci-après.

											Diam	nonds	- [Fen	être 1	l (m)]										- 🗆 🗙
	<u>F</u> ichier	Edition	<u>V</u> ue S	électio	n <u>M</u> a	ontrer	<u>A</u> nalys	er <u>O</u> p	tions	Fenêtre	es Ai	de													_ 6 ×
	Ê		. 🖨 🐧	n n	01	Ħ	H H		T	×	II Y	Ĭ!	୫   ଞ	\$ <u>111</u>	⊕ F%	IÝ	IF.	即号	)						
*	6		enêtre 1			-	1	Géométri	e				-	ß	TH 🕅		MA	ø	(?) Q	•		D	R	P	
		×																							Niveau actif
$\land$	Р ПП _	1				5.9	576	*1	- 65	5.8	ж	-	34	×	15	38	30	10	50	×	10	50			Etage 1
	2 <u></u> -	·	59 <b>-</b>	8	T	×															10	8	35	35	2.70 m
	) 🖉	P	12		*	82	2	8	53	8		53	1	8	8			12	82		23	8			2.70 m
Ś					10							т													Gestion étages
		Ŧ										Tra	insia	ter										-	Zazz Nikusan du sel
1	- I-I-I	ЪП	- 59	35	83				_	. ND	0.										35	31	36	8	ita Plan de dessin
	т =	р.1	87	8	12		N =	2		Ω.	•Ĥ"	ŝ	◄	crée	r ligne	s de	conne	exion			28	85			X = 0.00  m
т /														crée	r plaqu	ues d	e con	nexio	n						Y = 2.70 m Z = 0.00 m
	n M	22									_		_									20		1	Représentation
D I	5 📿		8	8	83					dx	: 0,0	00	m	ı							10	8	38		888
f	J See	à	13	3	83					dy	: 0,0	00	m	ı							25	83	35	0	A &
X		(m)	8.	12	2					dz	: 5,0	00	m	n							28	82	22		* *
	ື 🚍	- Tro									,		_												Grandeur Police 25
-11	e ท		28	8	83																80	28	38	8	Symboles 10
4	\$) 			8	32				-							1					8	82	8	22	Charges 10
				2	22			Ai <u>d</u> e						An	nuler			<u>0</u> K		1	8	8		2	Résultats 20
																								-	Affichez groupes
			84	8	20	35	86. -	21	88	14	38	-	10	2	87	122	36	8	33	96	99) 197	88	56	20	Aucun
			12	8	32	82	12	31	53	ж.	28	13	23	25	8	13	25	2	12	8	8	8		<b>-</b> ×	

Cliquez sur 'OK' et vous obtenez le dessin suivant:

÷										Diam	nonds	- [Fen	être 1	(m)]	ł									- 🗆 🗙
🥮 <u>F</u> ichier	Edition	<u>V</u> ue <u>S</u>	élection	Mor	ntrer	<u>A</u> nalyse	er <u>O</u> pt	tions	Fe <u>n</u> êtr	es Aij	de													- 6 ×
0 🗳		. 🔿 🗊	n	с <b>н</b>	FH I	田田	<b></b>	<b>T</b> ii		۳X	ře	6 8	<u>ģ 111</u> (	9 Fe/	IÝ	11	傳時	)						
80	- 🔀 F	enêtre 1			-    [	<b>1</b>   G	éométrie	2				<b>_</b>	ß	14 🕅		in a	,da   <	(??) Q	•		D	R		
<b>k</b> _p	$\times$	85	s.	20	85	15	20	-22	15	82	23	а	w.	n.	8	56	8	84	s.	w.	54	56	×	Niveau actif Etage 1
 ∞	/	28	ж		×														-	10	28	ж		2.70 m
		8	2	ž	81	8	8	53	8	2	53	88	2	10	12	10	10	2		22	8	10		2.70 m
	-	8	2		81	8	67	83	8	98	10	-	8	38	-	9	28	8		38	10	8	4	Gestion étages
1 1 1 1 1 1 1		39	ж		28	8	8	10	8	×	10	a	×	10	a	ж	8	28		8	28	ж	8	Niveau du sol
₹ ⁷ 8.	5 PH	87	3		8	83	£2	8	\$	8	14	82	8	8	2	8	25	83		8	87	35	2	X = 0.00 m Y = 2.70 m
NTA 2/1	(* ) <u>S</u>	10	2	-															-	331	84	8	4	Z = 0.00 m Représentation
HT 🛇		39	8		8	63	8	35	8	85	-83	93	8	82	15	8	32	8		30	8	8	8	**
E B		17	8		87	13	<i>\$</i> 2	81	2	8	12	32	8	88	12	80	8	87		8	87	35	0	D
		8.	82 2		8	8	8	35	8	12	28	84	92 2	48	8	8	20	8		10	8	82	1	Grandeur
	<u>n lle</u>	28	×		8	68	8	83	8	34	88	98	*	82	8	ж	82	28		80	38	3K	8	Police 25 🜩
		18	8	_																68	82	8	×	Charges 10 🜩
		8	2	8	85	22	8	88	$\approx$	12	137	8	12	18	8	33	$\mathbb{R}^{2}$	85	22	10	81	22		Résultats 20 🚖
		55	s.	20	8	15	21	88	15	8	-	а	2	8	12	86	8	55	s.	87	5	56	2	Affichez groupes
		12	æ	32	12	12	31	81	X.	28	1	33	15	81	8	8	8	82	a	85	12	z	-x	
																								11.

# A propos de la fenêtre 'Translation'

- Dans le champ 'N', indiquez le nombre de copies souhaitées. S'il s'agit d'une translation, N reste égal à 0.
- On peut indiquer le vecteur de translation (ou vecteur de copie) dans les 3 champs qui se trouvent en-dessous.
- Enfin, si vous cochez encore la case 'Créer lignes de liaison' ou 'Créer plaques de liaison', Diamonds dessinera automatiquement des lignes ou des plaques entre les points copiés.

Sélectionnez maintenant la ligne centrale et appuyez sur iviser la ligne en 3 parties égales. Confirmez par 'OK'.

<b>9</b>												l	Dia	mor	nds	- [F	en	être	: 1	(m)]														- 🗆 🗙
🧐 Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige																																		
	. 8 🕻	D	ŝ	Ċł.	Fŧ	1 IF	I III	#		T.	D	80 6		ĽĬ	e	6	Ċ	31	10	) Fe/	IÝ		1	廓	均									
🗑 🗟 🖷 🛛 Fe	enêtre 1				•	1	1	Géom	étrie								•	R	<b>F11</b>			R	A	户	Ś		Ð		-	>	D	R	P	
K. X	18 B	10	12	98	8	55 - 38	32	5	45	35	9	8	28 - S	2 R	2	25	88 8	a - 3	Q.	19 I	8 B	8 38	32	10	25	38	13	8	8, 81	10	12	18	45	Niveau actif
Δ₩ . 2	- I	۰x													í '	8	19 S	•	8	8 8	8 8	1	38)	8	-83	25	93	S.	89 38	8	8	89	-55	Etage 1
∞_ · /	·Z	8	8	3	36	a si	13	89	-23	ðł.	3	×.	36 8			8	86 S	8 1	8	8 8	8 8	i si	25	89	-23	őł.	88	3	35 SA	8	ŝ	35	•8	2.70 m
000	33 192	10	20 20	8 12	25 25	2 X 3 X	30 32	20 22	22	)년 24	8 27	8 12	85 5 70 7	8 8			88 8 78 8			8 8 12 1	8 8 8 3	8 38 6 89	- 55 - 72	20 20	22	38 24	20 22	8 12	8 10 10 10		8	8 23	24	2.70 m
0.	12	84	12	8	8	8.0	9	25	-33	3	9	2	492 - S	s.		Q.	95 S		1	8 3		1.12	36	25	-33	12	8	2	a a	36	12	8	-35	
	- 3 - 3 <b>-</b>	_												_		×.	8 s	e :	8	8 8		1.02	38	8	-23	5H	8	ж	8 S	8	×	10	•8_	Geston etages
	8	87	1	8	25	si 38	35	$\sim$	63	12	8	8	85.5	8		8	85 8	9 - 3	2	19 I	2 5	8. 32	35	52	53	12	13	8	81 10	12	8	25	12	Niveau du sol
今世紀	100	8	8	99 	28	18 84 	- 22	8	- 23	84	22 	22 	88 8 	8.		22 	48 8 	a 1	8	8 1 	8 8	1 84	- 22	8	- 25	84	84	2		14	2	20	- 25	🔁 Plan de dessin
₽₽ _₿ ቻ ₽•1			а а	95 70	20 20	18 93 10 04	- 22	8	- 25	93 94	3	95 20	20 0 20 0	82 54		25 12	28 8 20 8		2	8 4 0 4	 	5 93 V 04	38		- 25	25 10	24 00	а 2	20 03 20 03				- 55	X = 0.00 m Y = 2.70 m
NTA H Q					~			~			<u> </u>	<u> </u>				8	10 a		2	а і 8 і	 		- 20	- 20	- 10		13	8						Z = 0.00 m
		:	8	22	28	a a	3	8	23	1	3	2	£3 - 5	a a		2	18 S					1 10	-		-	88	*	2		8	10	23	-	Représentation
io 🖉 🖏	98 - 9	8 82	8		~																							v		13	8	28	18	\$ \$ \$
M & M	35 - 8	1.58	8		÷									Div	VIS	er	- II	gr	ne									^		8	- 8	10	85	Se 🌆
I A A	28 - 6	19	10	Γ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	_	-	-	-					-		-	-	-		1	35	28	- 63	12	~ ~
		8 85	2 22		N	omb	ore	de :	seg	me	nts									3										2 2 2	10 12	28 18	22 18	Grandeur
<u>, 10e</u> 👖 112	32 5	1.1	14		S	egm	ent	ts é	gau	ж										F	7									14	12	10	85	Sumbolas 10
Į Į	35 B	5 (S <del>1</del>	8			_			-												_									8	×.	fő.	12	
	8 8	: ::	1																				_						8	10	8	8	:2	unarges 10
	10 F	5 95 <u>1</u> 1 10	14 				Aide	2											An	nule	er				C	ĸ				14	12	18	8	Résultats 20
		с 10 1 се	100 102		-	-	-	-	-	1	_	_	_	_	_	_	-	-	_	-	-			_	-	_	-			- 14				Affichez groupes
				*	8		20		-9		2	×.	80 - S			8	82 S		×	æ 3			28	3.5	-9	-	œ	×			8	1		Jaucun 💌
		8.85	8	**		5. 18 18	33	8	53	12	3		83 B	8 8		2	50 B			8 I	8 2	1.10	- 23	- 8	- 53	88			50 B	8			F×	
																																1	-	

De cette façon, la position des colonnes dans le bâtiment principal est également définie.

#### Etape 6: Afficher les numéros de nœuds

Avant de dessiner le pourtour de l'extension, nous voulons visualiser les numéros des nœuds. Pour cela, nous devons adapter la configuration de la fenêtre 'Géométrie' 🖗. Dans la barre d'icônes, cliquez sur le bouton 1 et sélectionnez le deuxième onglet 'Géométrie'. Vous y trouverez toutes les informations sur le modèle qui peuvent s'afficher avec le dessin.

🥹 Di		Configuration fenêtre	×
Fichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres			
	configuration actuelle :		Enregistrer config. actuelle
😨 🗟 🖷 🛛 Fenêtre 1 🔄 🚺 Configuration utilisateur	Configuration utilisateur	•	Supprimer config. sélectionnée
× ×			
Δm / ····	Nom configuration Geomet	trie	
	Général Géométrie Maillage		1
000 $3$ $7$ $8$ $5$	Points	<u>Lignes</u>	Surfaces
🔊 🏘 - a a a a a a a a a a a a a a a a a a	Montrer points	Montres axes	Transparence : 50 🚖 %
	✓ Numéro de point	🔲 Numéro lignes	Numéro plaques
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	I✓ Nom de l'assemblage	Nom	☐ Nom
夕照 迂,			Epaisseur
<i>②</i> 。寺 P.:		Orientation section	C Surface
* 112 4		🔲 Repère d'axes local	🔲 Repère d'axes local
<u>NI X. 15</u>		✓ Rigidité extrémités	✓ Rigidité extrémités
17 A B		Matériau	Matériau
		🔲 Lignes de bord	Lignes de bord
III 65 M		Longueur de flamb. y' (u)	Armatures pratiques
$\overline{x} \neq O$		🔲 Longueur de flamb. z' (v)	✓ Orientation
		Distance entre les supports	
Je n 12		au déversement z>0	
		Distance entre les supports	
		au déversement z<0	
		Supports de devers, z<0	
	Aide		<u>Annuler</u> <u>O</u> K

Dans la première colonne, indiquez que vous souhaitez représenter les numéros des nœuds et cliquez sur le bouton Enregistrer config. actuelle. Confirmez que vous voulez remplacer la configuration. La configuration actuelle de la fenêtre 'Géométrie' enregistrera ce nouveau paramétrage. Chaque fois que vous invoquerez par la suite cette configuration spécifique, les numéros des nœuds s'afficheront dans la fenêtre. Enfin, cliquez sur le bouton 'OK' pour fermer cette boîte de dialogue.

#### Etape 7: Dessiner les contours de la plaque

Nous dessinons maintenant les contours de la dalle isotrope de l'extension au rez-de-chaussée et nous commençons par le nœud n°5. Sélectionnez

à nouveau le bouton Les numéros des nœuds vous indiquent dans quel ordre dessiner. Notez bien que vous pouvez dessiner les barres contigües en un seul mouvement, en désignant les points successifs. Vous mettez fin à la fonction dessin à l'aide de la touche ESC.

🤪 Diamonds - [Fenêtre 1 (m)] – 🗖 🗙											
🧐 Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige											
D 🛎 🛢   🖪 🧶 🚺 🗠 🕾   田田田   部   🚺 💹 📾 🏌	<b>₩ 8</b> 🐨 🗇 🕬 🕶 🛛 🕸 🖗										
😨 🗟 🚟 🛛 Fenêtre 1 💽 🚺 Configuration utilisateur	■ ● ● ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○										
K X		Niveau actif									
<u>∧</u> 1	2	Etage 1									
		2.7 m									
1000 -t		2.7 m									
5.0m	5.0m										
		Gestion étages									
<b>3</b> 5.0m <b>7</b> 5.0m	8 5.0m 5 5.0m 9	Niveau du sol									
夕照空		🔁 Plan de dessin									
₩ 85 PH		X = 0.0 m									
5.UM	5.Um 5.Um	Z = 0.0 m									
		Représentation									
4 15.0m	<u> </u>	. \$\$ \$\$ \$\$									
⑪ & 内		. 🔊 🌆									
The second secon											
		Grandeur									
The h He and a construction of the											
	13 5.0m 12 5.0m 11	Symboles 10									
		unarges 10									
		Résultats 20									
		Affichez groupes									
X = 10.0m Y = 2.7m Z = 10.0m dx = 0.0m dy = 0.0m dz = -5	×										
		11									

Pour dessiner la dernière ligne, vous avez intérêt à utiliser le curseur intelligent de Diamonds. C'est un curseur qui détecte de lui-même quand il arrive à proximité, p.ex., d'un point existant ou d'une barre existante. En particulier, au moment de dessiner le deuxième point de la dernière ligne, le curseur intelligent accroche la projection orthogonale sur la barre existante. Notez bien que la ligne entre les numéros de nœud 4 et 5 est scindée automatiquement.

Pour représenter la structure la plus grande possible dans la fenêtre de configuration 'Géométrie', sélectionnez dans le menu 'Ecran' la commande 'Montrer tout' ou cliquez sur l'icône 🖾 dans la barre d'icônes. Vous pouvez aussi utiliser la touche de fonction F12 pour ce faire.

#### Etape 8: Générer des plaques

Une fois que les contours des plaques sont dessinés, nous pouvons générer effectivement les plaques. Dans le menu 'Sélectionner', sélectionnez la commande 'Tout' ou étirez un cadre de sélection sur l'ensemble du modèle.

Notez bien que l'ensemble du dessin s'affiche en gras pour indiquer que tous les éléments ont été sélectionnés.

Nous pouvons maintenant cliquer sur le bouton de la palette pour rechercher des plaques.

# A propos du bouton 'Générer plaques' 🏾

Diamonds recherche en particulier entre quelles barres sélectionnées il est possible de former une plaque. Deux conditions doivent être remplies:

- Toutes les barres sélectionnées doivent être situées dans le même plan.
- Les barres doivent former un ou plusieurs contours fermés.

Diamonds définit trois plaques indépendantes qui sont représentées en gris. Si vous ne voyez pas les plaques, c'est que vous vous trouvez probablement dans une représentation de modèle filaire  $\stackrel{(\label{eq:probable})}{\longrightarrow}$ . Dans une telle représentation, vous reconnaîtrez uniquement les bords d'une plaque. Vous modifierez le mode de représentation dans la barre d'outils à droite de la fenêtre modèle. Si vous optez pour un modèle de plans transparents  $\stackrel{(\label{eq:probable})}{\longrightarrow}$ , outre les contours, les plaques seront elles-aussi représentées dans une couleur donnée. Cependant, le modèle reste transparent, et vous pouvez aussi voir les autres éléments éventuels qui



# Etape 9: Modifier les propriétés de la plaque

Les plaques sont a priori isotropes et ont toutes une épaisseur de 20cm. Vous pouvez modifier les propriétés d'une seule plaque en double-cliquant sur la plaque en question. Double-cliquez p.ex. sur la plaque en bas à droite et modifiez son épaisseur en 15cm. Notez bien qu'un élément de plaque sélectionné s'affiche en jaune par défaut. Pour plus d'informations sur les 'Types', voir le §2.6.

Propriétés de la plaque numéro: 3 ×	enêtre 1 (m)] 🗕 🗖 🗙
	_ <i>B</i> ×
D. 0	※ □ ⊕ f% ▼   ⊨ ■ 4
Prom	
Nom Toiture	
	Etace 1
Forme epaisseur (e) 150,0 mm	
	NA
	🛱 Gestion étages
	<u>_</u> Pan de dessin
	Représentation
Matériau	
Nom Béton C25/30   Enrobages	7 8 5 9 🕸 🌆
Axes locaux	Grandeur
Angle dans plan xz local 0,0 °	Police 40 主
	Symboles 10 🛫
Orientation axe v local	146 Charges 10 ≠
	Béndhata 20 A
Z \~*X 9\$C*8	
	A set a s
Etage = Etage 1	13 12 11 Aucun 🔳
	na r
Aide <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	

Les deux autres plaques sont des planchers en prédalles. Ces planchers ont un caractère orthotrope, c.-à-d. qu'ils ont une composition différente dans deux directions orthogonales et que, de ce fait, ils possèdent une rigidité différente dans les deux directions. Par définition, la direction portante principale des plaques orthotropes correspond toujours à l'axe local x'. Par défaut, le repère d'axes local d'une plaque correspondra toujours au repère d'axes global (donc l'axe x' est parallèle à l'axe X ou l'axe z' est parallèle à l'axe Z). Etant donné que les prédalles portent de haut en bas, c.-à-d. qu'elles sont parallèles à l'axe global Z, il y a lieu d'adapter aussi le repère d'axes local de la plague. Vous pouvez afficher l'orientation des plaques de la même façon que pour afficher les numéros des nœuds. Cliquez sur 🔟 et indiquez qu'il faut représenter le repère d'axes local des surfaces. Vous pouvez éventuellement décider ici de représenter aussi d'autres informations sur la plaque. Nous cliquons immédiatement sur 'OK' pour créer une configuration utilisateur temporaire dans laquelle vous pourrez voir les informations souhaitées sur le modèle jusqu'au moment où vous sélectionnerez à nouveau une des configurations standard (Géométrie, Charges, Maillage ou Résultats).

Die glection Montre Analyse Option Fregers         Die Glection Fregers         Die Glection Fregers <th>🥹 Di</th> <th>Configuration fenêtre</th> <th>×</th>	🥹 Di	Configuration fenêtre	×
Image:	Section <u>V</u> ue <u>S</u> élection <u>Montrer</u> <u>Analyser</u> <u>Options</u> Fe <u>n</u> êtres		
Image: Texter 1		configuration actuelle :	Enregistrer config. actuelle
Nom configuration       Géométrie         Général       Géométrie         Général       Géométrie         Maillage       Montres axes         Montre points       Montres axes         Nom       Nom         Nom de l'assemblage       Nom         Nom de l'assemblage       Surfaces         Nom de l'assemblage       Surfaces         Nom de l'assemblage       Surface         Nom de l'assemblage       Orientation section         Repère d'axes local       Repère d'axes local         Repère d'axes local       Repère d'axes	😨 🗟 🖷 🗵 Fenêtre 1 💽 🚺 Configuration utilisateur	Configuration utilisateur	Supprimer config, sélectionnée
		configuration actuelle :         Configuration utilizateur         Nom configuration         Géométrie         Général         Géométrie         Mailage         Vinter points         Numéro de point         Nom         Conjeguer         Orientation section         Repère d'axes local         Viglidité extrémités         Matériau         Lignes de bord         Longueur de flamb. x' (u)         Longueur de flamb. x' (u)         Distance entre les supports au déversement z>0         Distance entre les supports au déversement z<0         Supports de dévers. z>0	Suprimer config. actuelle Suprimer config. sélectionnée  Suprimer config. sélectionnée  Surfaces Nom Epaisseur Surface V Repère d'axes local V Rigidité extrémités Matériau Uignes de bord Armatures pratiques V Orientation
Aige Annuler QK		Aide	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K

Sélectionnez maintenant les deux plaques et cliquez sur le bouton la palette pour adapter les propriétés des plaques. Les modifications effectuées maintenant s'appliqueront aux deux éléments sélectionnés.

Notez avant tout un nom pour la section des plaques et sélectionnez le deuxième type de plaque dans le menu déroulant suivant. Notez à sa droite l'épaisseur totale de la plaque (donc prédalle + chape coulée) et l'épaisseur des prédalles. Concrètement, cela veut dire que lors du paramétrage de la matrice de rigidité dans le sens porteur principal (parallèle à l'axe x'), toute l'épaisseur de la plaque est prise en compte et que, dans le sens porteur secondaire (parallèle à l'axe z'), seule l'épaisseur de la chape coulée sera calculée.

Image: Selection Montrer Analyser Options Fendetres	Propriétés de la plaque numéro: 1, 2
	Profil Nom Prédalles Forme épaisseur (e) 180,0 mm (1) 50,0 mm
	Matériau Nom Béton C25/30  Enrobages Axes locaux Angle dans plan xz local $0,0 \circ \uparrow^2 \xrightarrow{x}$ Orientation axe y local $y \xrightarrow{x}$ Etage = Etage 1
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>QK</u>

Ne modifiez pas le matériau attribué (Béton C25/30). Au moyen du bouton Enrobages, ouvrez une nouvelle boîte de dialogue dans laquelle vous pourrez définir les enrobages bruts des armatures longitudinales. L'enrobage brut de l'armature supérieure et inférieure est la distance entre le centre de gravité de l'armature et le bord supérieur ou inférieur de la section. La hauteur utile de la section nécessaire pour calculer l'armature longitudinale peut en être déduite immédiatement.

L'épaisseur des prédalles est de 5cm. Nous partons de l'hypothèse que l'armature longitudinale  $(A_{xi})$  se trouve au centre des prédalles. Nous ne mettons pas l'armature secondaire  $(A_{zi})$  dans les prédalles. Par contre, nous mettons cette armature au-dessus des joints. Il en résulte que l'enrobage de cette armature doit être supérieur à l'épaisseur de la prédalle. Nous positionnons le treillis supérieur  $(A_{xs} \text{ et } A_{zs})$  à 35mm du bord supérieur de la plaque.



Complétez maintenant la boîte de dialogue suivante sur base des informations ci-dessus, et confirmez par 'OK'.



Vous retournez dans la boîte de dialogue des propriétés des plaques. Nous y faisons encore pivoter le repère d'axes local à 90° afin que l'axe local x' soit parallèle à l'axe global Z, pour les raisons mentionnées plus haut.

Diam     Diam     Fichier Edition Vie Selection Montrer Analyser Ontions Emétres Aid	Propriétés de la plaque numéro: 1, 2
□ □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □     □	Profil
	Forme
	(1) 50,0 mm
Slab 0.20 了 夕田 没	
	Nom Béton C25/30   Enrobages
	Axes locaux Angle dans plan xz local 90,0 ° 2 ×
	Orientation axe y local $y = \frac{y}{2} + \frac{z}{3} + \frac{z}{3} + \frac{z}{3}$
	Etage = Etage 1
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>QK</u>

Cliquez ici aussi sur 'OK' afin que les nouvelles propriétés de section, l'orientation et les enrobages soient attribués aux plaques sélectionnées. Quand vous aurez parcouru les étapes précédentes avec succès, une flèche vous indiquera la direction des prédalles, du moins si vous avez indiqué dans la boîte de dialogue des paramètres de configuration qu'il faut représenter l'orientation des plaques.



La clarté de ce symbole dépendra du type de carte graphique dont dispose votre PC. En tout cas, vous devez identifier le symbole quand vous représentez le dessin selon un modèle filaire. Pour ce faire, sélectionnez le bouton dans la barre d'outils du côté droit de votre fenêtre de configuration.

#### Etape 10: Définir les supports de ligne

Nous définirons ci-après les points d'appui. La dalle de plancher est supportée par un certain nombre de cloisons et de colonnes que nous modélisons comme des supports fixes de lignes et de nœuds. Commençons par définir les lignes d'appui. A l'aide de la touche MAS, sélectionnez les lignes suivantes et cliquez sur le bouton and la

sélectionnez les lignes suivantes et cliquez sur le bouton dans la palette 'Géométrie".



Comme les points finaux sont sélectionnés en même temps que les lignes, vous pouvez définir des points d'appui pour des nœuds comme pour des lignes dans cette boîte de dialogue Dans le deuxième onglet (lignes), nous choisissons un appui articulé soit en appuyant immédiatement sur le

bouton ^A dans la colonne de gauche, soit en cochant les trois cases réservées aux déplacements. Confirmez par 'OK'.

# Etape 11: Définir les appuis des points

Sélectionnez maintenant de la même manière tous les points du modèle qui ne faisaient pas partie de la première sélection, soit les points portant les numéros de nœud 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13. Cliquez à nouveau sur

et supposez également pour ces points un support articulé.

\$	Diamon	ds - [Fenêtre 1 (m)]	- • ×
Selection <u>Vue</u> Selection Mon	trer <u>A</u> nalyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e	í.	- 8 ×
	用田田 ⅲ  <b>℡  ⊠園⊻&amp;</b>	• ♦ ♥ 쿄 ⊕ f% ¥   F <b>■</b> +	
🗑 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1 👱	Configuration utilisateur		《? � � ≌   ∥   ◙ ◙ ፼ ∅   □ □   =
K, X - <del>A - 20</del>			Appuis
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Points	
	·	· · · · · ·	
Z. 101 24			
			Libre
Ni the second		ne résiste	pas à la traction pas à la compression
80		dé <mark>r</mark> lacement Y	rotation Y
⑪ sf: 户 · · · · · · · ·		ne résiste	pas à la traction
I. / C	· · · · <del>·</del> · · · · · <del>·</del> · ·		rotation Z
₩ = 110		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Libre ▼
E.		ne résiste	pas à la compression
<u></u>		· · · · · ·	
			Angle par rapport au plan hor. α : [0,0 °
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	eille hei lehhei ei leve an e h - leve
		Aide	<u>A</u> nnuler QK
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
			<u>IA</u>

Etape 12: Attribuer une section à une poutre

Sélectionnez maintenant toutes les lignes auxquelles aucun appui n'a été attribué et cliquez sur bour définir une section sur base d'une forme type.

UI DI	Section	×
Section       Montrer       Analyser       Options       Fencietres         □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □	Profil	
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1 🔄 🚺 Configuration utilisateur	Nom P250/400	
	Dimensions D	mensions Axes
	H 400 mm	
		±
夕 M		
NT P P		
	Calcul automatique	
	Général Elastique Plastique	
	Axe faile z-z -	alaha 0.0
	Iv 133333333 mm4 Iz 520833333 mm4	Iyz 0 mm4
	iy' 115,5 mm iz' 72,2 mm Wel,y',t 6666667 mm ³ Wel,z',l 4166667 mm ³	It 1273451646 mm4
	Wel,y',b 6666667 mm ³ Wel,z',r 4166667 mm ³	Twm 6060606 mm ³
	Matériau	
	Materiau  Béton C25/30  Enrobages Axes locaux	
	Angle pour orientation 0,0 °	Miroité 🔲 🔟
	Aide	<u>Annuler</u>

- Avant tout, notez en haut à gauche le nom du nouveau profil.
- Vous pouvez ensuite sélectionner la forme de profil via le menu déroulant sous le nom de la section. Sélectionnez une section rectangulaire dans la liste.
- Définissez ensuite les dimensions de la section, lesquelles sont représentées dans le dessin de principe. Toutes les caractéristiques sont calculées automatiquement.
- Sélectionnez le matériau souhaité en-dessous. Nous choisirons le 'Béton C25/30'. Ne modifiez pas les enrobages de l'armature longitudinale ainsi que l'orientation des barres. Un enrobage brut de 35mm est adopté par défaut.

Confirmez cette boîte de dialogue par 'OK' et vérifiez si les poutres sont représentées dans la fenêtre modèle avec la section donnée. Vous devrez très probablement modifier une nouvelle fois les paramètres de configuration. Cliquez alors une nouvelle fois sur 1 et indiquez que vous souhaitez représenter les bords des profils. Cliquez sur 'OK' et sélectionnez pour l'occasion le point de vue inférieur dans le coin inférieur droit de la fenêtre afin que le dessin soit représenté en perspective. Vous pouvez modifier le point de vue au moyen des barres de défilement à droite et en bas de la fenêtre modèle.



Choisissez ensuite un rendu de modèle solide (⁴ ou ²), et tous les éléments seront représentés de manière volumétrique. La représentation en couleur vous montre en outre quels éléments font partie du même type de design.

#### Etape 13: Définir les types

Le dessin montre que plusieurs types standards sont déjà créés. Les poutres et les plaques seront a priori identifiées comme un type distinct. Vous retrouverez tous les types de design définis dans Diamonds en cliquant sur l'icône Te dans la barre d'icônes.



Nous souhaitons, par exemple traiter encore les planchers en prédalles comme un type distinct.

- Sélectionnez les deux plaques à l'aide de la touche MAS et cliquez sur
- A l'aide du bouton ^{Ajouter nouveau type}, définissez un nouveau type dont vous pouvez immédiatement modifier le nom.
- Pour que ces plaques soient aisément reconnaissables, nous attribuons aussi une autre couleur à ce type. Nous pouvons même déterminer la couleur de l'élément dans le cas où l'élément est sélectionné.
- Confirmez par 'OK' et désélectionnez les deux plaques.

Vous reconnaîtrez que le nouveau type a bien été attribué aux planchers en prédalles à la nouvelle représentation en couleur. Dans l'illustration cidessous, nous avons à nouveau opté pour une représentation transparente



#### Etape 14: Ajouter des lignes d'articulation

L'avant-dernière étape dans la construction de notre modèle consiste à y introduire quelques lignes d'articulation. Il a été dit qu'aucun moment n'est transféré entre l'extension et le bâtiment principal. En d'autres termes, un joint est prévu entre les planchers en prédalles et la dalle isotrope.

- Sélectionnez le plancher en prédalles attenant à l'extension, ainsi que les bords attenants à la dalle isotrope, et cliquez sur .
- Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, vous reconnaissez, dans le bas, une représentation de la plaque sélectionnée. Les bords sélectionnés sont identifiés immédiatement.
- Décochez tous les moments autour de ces bords dans la moitié inférieure de cette fenêtre.
- Confirmez par 'OK'.

Il est aussi parfaitement possible de sélectionner uniquement la plaque puis d'indiquer les bords au moyen de la touche MAS dans la boîte de dialogue.



Etant donné que les deux plaques sont soutenues par une poutre le long de ce bord, vous pouvez aussi définir une ligne d'articulation de l'autre côté de la poutre. Répétez par conséquent le même processus et octroyez cette fois une ligne d'articulation aux deux bords de la dalle isotrope qui sont attenants au bâtiment principal.



Modifiez pour la dernière fois vos paramètres de configuration (via 1) afin d'afficher aussi les rigidités des bords.



#### Etape 15: Articulation de moment sur la poutre

Nous définissons enfin une articulation de moment à l'extrémité du numéro de poutre 9, afin de désolidariser de l'extension la poutre continue du bâtiment principal. Sélectionnez dans le menu l'instruction 'Sélectionner – Numéro de poutre...' pour sélectionner le numéro de

poutre 9 et cliquez ensuite dans la palette sur le bouton . Supprimez les moments au droit de l'extrémité de la barre qui possède la plus grande coordonnée x et confirmez par 'OK'.


#### Etape 16: Pas de contrôle de flambage pour les poutres dans la surface de la plaque

Nous supposons que les poutres dans la surface de la plaque ne peuvent pas flamber. Par conséquent, nous allons désactiver le contrôle de flambement pour les poutres.

Sélectionnez les poutres puis cliquez sur le bouton ^[]. Décochez toutes les cases de flambage.



La structure est maintenant entièrement construite. Ensuite, nous définirons les différentes charges.

# 3.2.3. Définition des charges

Etape 17 : Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône ^{III}, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

# 3.2.3.1. Créer les groupes de charges

#### Etape 18: Créer des groupes de charges

Avant d'introduire la moindre charge, il est important que vous définissiez les différents cas de charges dont vous avez besoin. Cliquez sur le bouton  $\gamma_{g}^{\gamma}$  de la palette de la fenêtre 'Charges'. L'écran suivant s'affiche:

-	Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre 1 - Poids propre - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)] -																
	Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fegètres Aige																
	) 🖻	🖬 🖪 🚳 🕅 🗠	e F	H III III	1 🔛	<b>T::</b>   [		l ke (	8 8 1	21 🕒 Fg	/ I/	F    <b>B</b>	49				
2	3 回 🖶 🗵 Fenétre 1 🔽 🚺 Charges 🔄 👧 🖻 🛛 🖸 👘 中 🥐 Q, Q, 🖾 🥒 🔟 🖾 👘																
5	Y _u	ut 🗟	32.32	8 8 8	25.12	8 8 1	8 28 K	8 8	a	1 14 - 18 	8 8	61 K. 31	8 8 1	0.02 30.09	95 - 81 - 82		Niveau actif
	e aids nr		40.00	10 10 10 10 10 10	20 M	- 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10	 	(32) 20 (32) 20	on ac i on ac i	a na sa	na na	an an an an an an		*****			Level 1
1	nas pr		N 15		10 10												2.7 m
1	a		21 - 55	56 - 16 - 18	18-16	96 - 88 - 3	8 W K	8 8	a w -	1 IN - 11	9 8	61 (K - 12	9 N I	6 14 14 14	17 - 18 - 18	i na j	2.7 m
	÷	a see	35.53	x p x	(A) (A)	20 - 02 - 2	<u> </u>	. n. n.	0 00 0	<u>e 17 - 18</u>	a x	et og se	- 30 - 61 -	e iz ai iz	90 et 13	<u> </u>	
~							G	roupes	de ch	arges							
Г													,				
	Coef	ficients de charges pour		EN 1990		-		-	Classe	de consé	quence	2 🚖			Classe de	servic 1	•
									Durée o	l'utilisatio	n	50 韋	années				
		1				1							1				_
	Ajo	uter groupe de charges	Insér	er group	e de cha	arges			Supp	rimer gro	oupe de o	charges			Plusie	urs cas par	groupe 🕅
	Ajo	uter groupe de charges	Insér V.	rer group	e de cha	arges	w.	ψ.	Supp	rimer gro	upe de c	charges	Combina	isson pour	Plusie	urs cas par	groupe
	Ajo	uter groupe de charges	Insér Y _{elu-}	rer group γ _{elu+}	e de cha γ _{els-}	$\gamma_{els+}$	ψ ₀	$\Psi_1$	Supp	rimer gro	upe de α ξ	charges	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie k _{mod}	urs cas par Charge	groupe  Action
	Ajo	Nom groupe de charges Poids propre	Insér Y _{elu-} 1,35	rer group γ _{elu+} 1,00	e de cha γ _{els-} 1,00	rges γ _{els+} 1,00	ψ ₀ 1,00	ψ ₁ 1,00	5upp ψ ₂ 1,00	rimer gro φ 1,00	upe de α ξ 0,85	t _o	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie k _{mod} perm	urs cas par Charge	Action
	Ajo ✓	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00	γ _{els-} 1,00 1,00	rges γ _{els+} 1,00 1,00	ψ ₀ 1,00 1,00	ψ ₁ 1,00	Supp <i>ψ</i> 2 1,00 1,00	rimer gro φ 1,00 1,00	oupe de α ξ 0,85 0,85	t _o 0	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie kmod perm	urs cas par Charge	Action
	Ajo	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00	γ _{els-} 1,00 1,00	rges γ _{els+} 1,00 1,00 0,00	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp           ψ2           1,00           1,00           0,30	rimer gro φ 1,00 1,00 1,00	ε ξ 0,85 0,85 1,00	t _o 0 0 0	Combina la fissura	isson pour ation	Plusie kmod perm perm terme	Charge	groupe
	Ajo	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00	γ _{els-} 1,00 1,00 1,00	rges γ _{els+} 1,00 1,00 0,00	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp           ψ2           1,00           1,00           0,30	<ul> <li>φ</li> <li>1,00</li> <li>1,00</li> <li>1,00</li> </ul>	ευρε de α δ,85 0,85 1,00	t _o 0 0 0	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie kmod perm perm terme	Charge	Action
	Ajo	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00	γ _{els-} 1,00 1,00	γels+           1,00           1,00           0,000	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp           ψ2           1,00           1,00           0,30	φ 1,00 1,00	ευρε de α ξ 0,85 0,85 1,00	t _o 0 0 0	Combina la fissura	isson pour ation	Plusie k _{mod} perm terme	Charge	Action
	Ajo ✓ ✓	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00	γ _{els-} 1,00 1,00	Yels+           1,00           0,00	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp           ψ2           1,00           1,00           0,30	φ 1,00 1,00	ε φυρε de α δ,85 0,85 1,00	t _o 0 0 0	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie kmod perm terme	Charge	Action
	Ajo ✓ ✓ Grou	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00 Gro	γ _{els-} 1,00 1,00	γels+           1,00           1,00           0,00	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp ψ2 1,00 1,00 0,30	φ           1,00           1,00           1,00           1,00	ξ           0,85           0,85           1,00	t _o 0 0 0 0	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie kmod perm terme	Charge	groupe       Action       Jii       Jii
	Ajo ✓ ✓ Grou	Nom groupe de charges Nom groupe de charges Poids propre charges permanentes charges d'expl. A : hab	Insér γ _{elu-} 1,35 1,35 1,50	rer group γ _{elu+} 1,00 1,00 0,00 Gro	yels- 1,00 1,00 1,00	γels+           1,00           1,00           0,00	ψ ₀ 1,00 1,00 0,70	ψ ₁ 1,00 1,00 0,50	Supp           ψ2           1,00           0,30	φ 1,00 1,00 1,00	φ           ξ           0,85           0,85           1,00	t o 0 0 0	Combina la fissura	iisson pour ation	Plusie kmod perm terme groupes o	Charge	groupe       Action       ±±±       ±±±       ±±±       ±±±

Pour ne pas compliquer l'exemple, nous gardons tels quels les paramètres déjà présents dans la figure ci-dessus. Cliquez ensuite sur le bouton 'OK'.

## 3.2.3.2. Introduction des groupes de charges

Maintenant que les groupes de charges sont définis, nous pouvons attribuer des charges à la structure.

Etape 19: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le **poids propre** de la poutre est calculé automatiquement et ne peut pas être modifié.
- La **contrainte permanente** sur les planchers de prédalles est de 3kN/m².
  - Utilisez le menu déroulant pour activer le groupe de charges 'Charges permanentes'.
  - o Sélectionnez ensuite tous les planchers de prédalles (utilisez la

touche CTRL) et cliquez sur le bouton 2. Notez bien que seules seront éclairées les icônes qui peuvent être appliquées aux plaques sélectionnées, c.-à-d. l'application d'une charge répartie et d'une charge de température.

o Complétez la boîte de dialogue comme suit:

Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre 1 - charges permanentes - (	(kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m², °C)] – 🗆 🗙
Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aide	- 8 ×
🖹 🗟 🖷 🛛 Fenêtre 1 🔹 🚺 Charges 💽 🙀 🖽	] 🗟   🖑   🗗   १७ Q. Q. 🕱   🖉   💽 🗷 🖾   5
y ^γ _u tin ∞	Niveau actif
charges permar 💌	Charge surfacique
Y(3.0)	
+	Charge uniformément répartie     I     KN/m ²
B B BBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBB	C Charge trapézoidale
Température	Y(m)
× Neige ▼ Vent	Niveau 1 0,00 Valeur 1 0,0 kiv/m²
- Sismique	
Uynamque     Mobile	C Charge non uniformément répartie
	X(m) Y(m) Z(m)
	Point 1 1,00 0,00 0,00 Valeur 1 0,0 kN/m ²
4	Point 2 0,00 1,00 0,00 Valeur 2 0,0 kN/m ²
	Point 3 0,00 0,00 1,00 Valeur 3 0,0 kN/m ²
4	Z Z X I STORE

Les charges introduites sont représentées dans la fenêtre de configuration 'Charges'.

Sélectionnez ensuite la dalle isotrope de l'extension et introduisez de la même manière une charge permanente uniformément répartie de 1kN/m².

 Sélectionnez maintenant dans le menu déroulant le groupe de charges 'Charge d'exploitation A: pièces d'habitation' et définissez cette fois une charge uniformément répartie de 2kN/m² sur les planchers de prédalles.

Nous ne prévoyons pas de charge d'exploitation sur la dalle de l'extension.

## 3.2.3.3. Faire des combinaisons

#### Etape 20: Faire des combinaisons

Générer des combinaisons in comme décrites dans §3.1.3.3.

# 3.2.4. Calcul du maillage

Etape 21: Générer le maillage

Dans la barre d'icônes, cliquez sur le bouton 🖾 ou sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Maillage...'.



Cliquez maintenant sur 'OK' pour lancer le calcul du réseau d'éléments finis. Une fenêtre vous montre l'avancement du calcul.

#### A propos du générateur de maillage

 Diamonds est un programme d'éléments finis 'basé sur la méthode de déplacements'. Cela veut dire concrètement que le modèle sera subdivisé en un nombre limité (= nombre fini) d'éléments. Nous désignons la création d'un tel réseau d'éléments finis par le terme 'génération de maillage'.

Les données figurant dans la **moitié supérieure** de cette boîte de dialogue portent sur la subdivision des **éléments de plaque**.

- La dimension maximum vous permet de définir la finesse générale du maillage. Diamonds va s'efforcer de subdiviser la plaque en éléments triangulaires équilatéraux dont le côté est égal à cette dimension maximale. Notez une grandeur maximum d'élément de 0,8m.
- Grâce à la dimension minimale, vous manipulerez la subdivision des éléments autour de lignes plus petites ou de points très rapprochés. Mais parce que ce modèle ne contient pas des éléments petits ce paramètre n'a pas d'influence sur la subdivision d'éléments obtenue. Nous opterons donc pour une dimension minimum d'élément égale à 0m.
- Vous pouvez ensuite décider d'affiner le réseau en subdivisant chaque élément triangulaire, obtenu au départ du réseau de base grâce aux deux premiers paramètres de maillage, en 4 éléments plus petits. Ces éléments triangulaires ne possèdent pas toujours la même qualité que si l'on réalisait l'affinage avec une plus petite dimension maximale. Mais la création du maillage est beaucoup plus rapide. Dans cet exemple, nous n'utiliserons pas cette fonction.
- En regard de 'subdivision minimum des côtés', indiquez en combien de morceaux chaque côté de plaque doit être subdivisé.
- Si vous introduisez une valeur différente de un pour le 'facteur minimum d'affinement de la grandeur des éléments', Diamonds recalculera le maillage des plaques pour lesquelles il n'a pas trouvé de points de maillage internes avec des dimensions de maillage:

max element grootte om 2e keer te meshen  $=\frac{max \text{ element grootte}}{min \text{ element grootte verfijnings factor}}$ 

min element grootte om 2e keer te meshen  $=\frac{1}{\min \text{ element grootte verfijnings factor}}$ 

Les paramètres 'subdivision minimum des côtés' et 'facteur d'affinement minimum de la grandeur des éléments' prouvent leur utilité dans les modèles qui contiennent aussi bien des petites que des grandes plagues. Si vous optez alors pour des dimensions assez grossières, vous pourrez encore obtenir un bon maillage pour les petites plaques à l'aide de ces 2 paramètres. Si vous mettez les deux paramètres sur '1', vous calculerez avec un maillage équivalant à un maillage de Diamonds 2012.

Remarque: il n'existe pas de règles générales qui puissent garantir l'exactitude des calculs d'éléments finis. Vous trouverez quelques directives sur le choix de la grandeur des éléments dans le Manuel de référence.

Dans la moitié inférieure, notez le nombre d'éléments dans lesquels il faut subdiviser un élément isolé (c.-à-d. une poutre ou une colonne isolée). Etant donné que, dans cet exemple, toutes les poutres font partie de la plaque, ces paramètres ne sont pas d'application.

#### Etape 22: Contrôle du maillage

Une fois que le réseau d'éléments est généré, nous faisons apparaître le maillage avec 
. Le modèle se présente maintenant comme suit en vue du haut:



Nous remarquerons que, malgré la très grande dimension maximum, nous obtenons un réseau relativement dense et régulier. Un réseau composé de triangles réguliers ( $\approx$  équilatéraux) est indispensable du fait que la qualité des résultats dépend fortement de la forme des éléments.

# 3.2.5. L'analyse élastique globale

#### Etape 23: Analyse élastique

Suivez les mêmes étapes que dans le §3.1.5.

#### Etape 24: Passer à la configuration 'Résultats'

Pour visualiser les résultats du calcul sous forme graphique, cliquez en haut dans la barre d'icônes sur l'icône 🖻.

Nous allons parcourir ci-dessous quelques résultats.

Etape 25: Flèche

- Cliquez sur le bouton I pour examiner les déformations.
- Sélectionnez les déplacements verticaux δ_y suivant l'axe global Y endessous.
- Sélectionnez ensuite le groupe de combinaisons 'ELS QP' et sélectionnez l'enveloppante des résultats.
   Puisque nous sommes à la recherche de la plus grande flèche descendante, nous sélectionnons 'min', ce qui désigne la plus petite valeur réelle. Comme la flèche descendante est dans la direction opposée à l'axe positif y, nous pouvons comprendre ce choix de combinaison. La flèche maximale est de 3,9mm. La figure ci-dessous

est représentée en modèle filaire 4 et on a choisi une vue du haut.



Etape 26: La flèche dans les poutres

Si vous désirez, p.ex., visualiser uniquement les flèches des poutres, sélectionnez une des poutres au moyen de la touche CTRL et cliquez sur l'icône III dans la barre d'icônes. Choisissez cette fois une vue en perspective.



Notez bien que vous pouvez régler la grandeur de l'écart dans la palette 'Grandeur' qui se trouve du côté droit de la fenêtre de travail.

Cliquez ensuite sur l'icône  $\square$  dans la barre d'icônes afin de faire à nouveau apparaitre tous les éléments et choisissez à nouveau une vue du haut. Nous visualisons cette fois les moments fléchissant  $M_{xx}$  dans les

plaques. Dans la palette, cliquez sur  $\checkmark$  et sélectionnez les résultats de la plaque  $M_{xx}$ . Vous affichez en particulier les valeurs maximales de l'enveloppante des combinaisons à l'état limite ultime (ELU CF). La notation 'max' indique ici la plus grande valeur réelle. Un moment fléchissant est toujours dessiné sur le côté en traction de l'élément (ça se voit clairement en vue 3D). La signe du moment correspond à la direction des axes locaux. Dans le cas normaux, la direction d'axe local y' est orienté vers le haut. Donc les moments positifs causent de la traction dans la face supérieure de la plaque, nous retrouverons donc ici les plus grands moments des points d'appui dans la plaque.



Si vous recherchez les plus grands moments de champ (plus grands moments fléchissant négatifs), sélectionnez la combinaison 'ELU CF – Enveloppante – min'. L'armature longitudinale (armature inférieure) des prédalles est déterminée sur base de ces moments.



Sélectionnez maintenant les deux planchers en prédalles (avec la touche CTRL), enfoncez la touche MAS et sélectionnez aussi les 2 points d'appui qui se trouvent au milieu de ces prédalles. Cliquez sur l'icône a l'extrême droite de la barre d'icônes pour demander un résultat détaillé de ces plaques. Une nouvelle fenêtre s'ouvre avec une vue en plan des plaques sélectionnées. Du côté gauche, vous trouvez tous les boutons de la palette 'Résultats" qui sont d'application pour les plaques. Vous pouvez faire pivoter le dessin dans la position souhaitée au moyen du bouton  $\bigcirc$  en bas à gauche de cette fenêtre. La figure ci-dessous vous montre les efforts tranchants maximaux  $V_r$  pour l'enveloppante 'ELU CF'.



Nous reconnaissons un développement symétrique ponctuel des efforts tranchants par rapport à l'appui des poutres. Si vous déplacez la souris sur le dessin, les valeurs des résultats qui font partie de la même famille que la grandeur sélectionnée s'afficheront dans le bas. Quand vous vous approchez des points d'appui sélectionnés, Diamonds va tirer vers ces points. Vous pouvez ainsi consulter rapidement le résultat souhaité. Vous pouvez éventuellement faire un zoom et/ou faire un déplacement

vous pouvez eventuellement faire un zoom et/ou faire un deplacement pour obtenir plus rapidement le résultat souhaité.

En cas de combinaison enveloppante, la combinaison déterminante s'affiche aussi. Vous pouvez éliminer cet affichage en cliquant une fois sur le bouton  $\underbrace{\operatorname{H-}}$ , qui se changera en  $\underbrace{\operatorname{H-}}$ . Pour afficher cette information à nouveau, cliquez encore une fois sur ce même bouton.

Cliquez sur 'OK' pour quitter cette boîte de dialogue.

Une fois revenus dans la fenêtre modèle, nous cliquons dans la palette sur le bouton pour afficher les réactions. Toutes les réactions sont représentées séparément par Diamonds. Dans cet exemple, nous nous intéressons aux réactions des nœuds et des lignes sous la combinaison 'ELS CR'. Nous sélectionnerons en particulier les réactions linéaires  $R_y$ . Nous affichons uniquement les résultats pour le bord arrière du bâtiment principal et nous double-cliquons sur cette ligne. Une boîte de dialogue affiche la valeur totale ainsi que la valeur moyenne de la réaction.



Nous retrouvons sur toute la ligne une réaction ascendante uniformément répartie de ±16,9kN/m. C'est uniquement dans les angles que la plaque se soulèvera et que des réactions descendantes apparaîtront. Refermez cette boîte de dialogue.

Sélectionnez maintenant tous les supports de ligne et cliquez sur le bouton . Vous obtenez alors un tableau reprenant les valeurs minimum et maximum des forces de réaction sur les supports de ligne sélectionnés.

Ŷ													Result	5										-		×
ELS CR  Finveloppes																										
	barre	R Fx (kN/m)	R Fx (kN/m)	R Fy (kN/m)	R Fy (kN/m)	R Fz (kN/m)	R Fz (kN/m)	R Mx (kNm/m)	R Mx (kNm/m)	R My (kNm/m)	R My (kNm/m)	R Mz (kNm/m)	R Mz (kNm/m)	ΣR Fx (kN/m)	ΣR Fx (kN/m)	ΣR Fy (kN/m)	ΣR Fy (kN/m)	ΣR Fz (kN/m)	ΣR Fz (kN/m)	ΣR Mx (kNm/m)	ΣR Mx (kNm/m)	ΣR My (kNm/m)	ΣR My (kNm/m)	ΣR Mz (kNm/m)	ΣR Mz (kNm/m)	-
	numéro	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	
	1	0,0	0,0	-25,6	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	193,0	253,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	2	0,0	0,0	-28,3	67,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,3	78 <mark>,</mark> 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	3	0,0	0,0	-28,5	67,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,3	77,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4	0,0	0,0	-37,6	417,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	137,1	173,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7	0,0	0,0	-26,4	285,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	206,6	257,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	653,3	840,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Help			4	ľ																			[	<u>0</u> K	

Refermez cette boîte de dialogue et affichez à nouveau la structure complète via le bouton  $\square$  dans la barre d'icônes.

Vous avez maintenant eu amplement l'occasion de parcourir tous les résultats disponibles. Mais, jusqu'à présent, nous n'avons pas encore abordé la fonction des boutons inférieurs de la palette. Ils permettent d'exprimer les résultats des calculs des plaques selon des lignes de coupe. Nous sommes intéressés, p.ex., par les moments fléchissants  $M_{xx}$ 

le long d'une coupe (parallèle à l'axe Z) à travers la colonne de gauche du bâtiment principal. Commencez par afficher les moments maximaux  $M_{xx}$ 

sous l'enveloppante 'ELU CF' et cliquez sur pour tracer une ligne de coupe. Utilisez pour ce faire le curseur intelligent.



La ligne de coupe traversera la poutre exactement au droit de la colonne et sera de ce fait divisée en deux. Cliquez à nouveau sur repour mettre fin à la fonction de dessin et sélectionnez cette fois le bouton . Le résultat s'affiche ci-dessous:



Vous pouvez également consulter un résultat détaillé pour des lignes de coupe. Sélectionnez toute la ligne de coupe (à l'aide de la touche MAS) et cliquez sur a dans la barre d'icônes pour représenter graphiquement toutes les forces de coupe le long de cette ligne.



Confirmez par 'OK' et cliquez en bas de la palette sur Noveau les résultats globaux. Supprimez éventuellement les lignes de

coupe via le bouton . Cette fonction n'est naturellement valable que pour le lignes de coupe sélectionnées.

Jusqu'à présent, nous avons eu un aperçu des fonctionnalités dans la configuration 'Résultats'. Il nous reste encore à calculer l'armature et à évaluer la flèche fissurée dans un chapitre suivant.

# 3.2.6. Calcul de l'armature

#### Etape 27: Choix de la norme béton

Sélectionnez maintenant l'instruction du menu 'Analyser – Norme béton...' et indiquez que vous voulez calculer l'armature conformément à la norme européenne EN 1992-1-1. Nous ne faisons pas appel à une annexe nationale.

Etape 28: Calcul de l'armature

Sélectionnez ensuite l'instruction 'Analyser – Calcul armature' dans le menu, appuyez sur **F2** ou cliquez sur le bouton ^{Sen} dans la barre d'outils. Une boîte de dialogue qui vous montre l'avancement du calcul s'affiche.

#### Etape 29: Affichage des résultats

Une fois que le calcul se termine, le bouton des est activé dans la palette 'Résultats' pour représenter les résultats de l'armature.

# A propos du message d'erreur 'La section de certains éléments est insuffisante'

Si l'épaisseur des plaques ou la section des poutres est insuffisante pour produire une proposition d'armature valable, le message suivant s'affiche:

Diamonds
La section de quelques éléments est insuffisante. Plaque(s) avec problème : 3
ΟΚ

Ne vous mettez pas à paniquer si vous lisez ce message. S'agissant de plaques, la zone où un problème se produit sera souvent très localisée. Il faut généralement rechercher la raison dans les pics de moments qui se produisent au droit de points d'appui intermédiaires ou à proximité de discontinuités dans la géométrie, étant donné que dans ce cas aucune moyenne des moments ne se produit. En fait, d'autres raisons, qui ne sont pas repris dans le modèle de calcul, annuleront souvent ces pics. La largeur du point d'appui, p.ex., causera un écrêtement du pic des moments. Vérifiez donc toujours si une plaque plus épaisse en vaut bien la peine!

Pour les poutres, par contre, une plus grande section sera pratiquement toujours nécessaire.

Les résultats de l'armature des poutres ainsi que des plaques sont représentés par le même bouton . Tout comme pour les autres résultats, sélectionnez une armature spécifique via les boutons cidessous. Notez bien que, cette fois, vous ne pouvez pas choisir de combinaison de charges. En effet, l'armature est calculée sur base des enveloppantes des différents états limites.

Visualisez, à titre d'exemple, l'armature inférieure des plaques parallèle à l'axe local x'.



Les résultats de l'armature sont toujours définis localement. Par conséquent, nous pouvons déduire de ce dessin l'armature longitudinale requise dans les prédalles. Le nombre de barres parallèles à la direction globale X (qui est identique à la direction locale x') découle à son tour de l'armature  $A_{xi}$  de la dalle isotrope.

Vous remarquerez en outre que les petits éléments triangulaires, pour lesquels il a été impossible de calculer une armature, ne sont pas colorés.

Nous reconnaissons ces petits éléments dans la jonction de la dalle isotrope avec le plancher de prédalles sous-jacent. En outre, chaque plaque pour laquelle nous avons obtenu un résultat incomplet sera munie d'une tête de mort. Cette tête de mort est toujours dessinée sur le centre de gravité géométrique de la plaque et non à l'endroit où le problème se pose.

Vous pouvez découvrir la cause de la tête de mort en double-cliquant sur la dalle. Une boîte de dialogue s'affichera alors et vous pourrez y définir une armature pratique. Tout en bas, vous retrouverez la tête de mort accompagnée de la mention de l'état limite pour lequel aucune proposition valable d'armature n'a pu être fournie. Nous découvrons ainsi notamment qu'une solution a bien été trouvée pour la dalle isotrope en ELU alors que, lors du contrôle en ELS, il faut placer une armature supplémentaire trop grande pour satisfaire au contrôle de contrainte dans les combinaisons rares.

Refermez cette boîte de dialogue par 'OK' et sélectionnez maintenant l'armature  $A_{xs}$  pour visualiser l'armature supérieure parallèle à l'axe x'.



La plus grande armature supérieure doit être prévue à proximité des colonnes.

Nous affichons ensuite l'armature longitudinale dans les poutres. Sélectionnez l'armature longitudinale  $A_y$  et choisissez une représentation 3D.



La quantité d'armature est toujours dessinée à côté de la poutre où elle est nécessaire.

Notez bien que nous obtenons une armature latérale  $A_z$  en plus d'une armature supérieure et inférieure:



#### Etape 30: Eliminer l'armature latérale

Si vous souhaitez uniquement une armature supérieure et une armature inférieure  $A_y$  pour les poutres (et donc pas d'armature latérale  $A_z$ ), vous pouvez l'imposer spécifiquement dans Diamonds. Pour ce faire, retournez dans la fenêtre Géométrie M et sélectionnez les poutres. Cliquez sur l'icône M pour afficher les propriétés des sections puis sur M et sélectionnez uniquement 'armature supérieure et inférieure'.



Vous devrez recalculer l'armature uniquement pour ces éléments. Vous trouverez la figure ci-dessous pour l'armature longitudinale  $A_y$ . Vous ne trouverez plus d'armature latérale  $A_z$ .



Pour la suite de l'exercice, supposez que vous souhaitez quand même une armature le long des 4 côtés des poutres.

# 3.2.7. Calcul de la flèche fissurée

Etape 31: Affecter une armature pratique aux poutres

- Visualisez un des quatre résultats d'armature des poutres.
- Sélectionnez ensuite toutes les poutres à l'aide de la touche CTRL.
- Tenez le bouton droit de la souris enfoncé.
- Nous prévoyons, dans toutes les poutres :
  - une armature supérieure : 2xØ16 (402mm²)
  - une armature inférieure : 2xØ16 (402mm²)

Aux endroits où l'armature calculée théorique est supérieure à l'armature pratique, Diamonds ne tiendra aucun compte de cette armature pratique pendant le calcul de la flèche fissurée, mais il suppose à ces endroits l'armature calculée théorique. Nous indiquons aussi que cette armature sera répartie sur deux barres. Ce nombre est important pour le calcul de la largeur de fissuration.

Confirmez par 'OK'.

#### **Etape 32: Affecter une armature pratique aux plaques**

Nous attribuons aussi une armature pratique aux planchers en prédalles et à la dalle isotrope.

- Sélectionnez un des quatre résultats d'armature pour les plaques
- Sélectionnez toutes les plaques.
- Cliquez sur le bouton droit de la souris.
- Prévoyez:
  - une armature principale : un treillis de Ø8 tous les 150mm
  - o une armature secondaire : un treillis de Ø8 tous les 150mm

4	<b>&gt;</b>		Diamonds - BetonVB2.bsf - [Window 1 - Ax-sup. dans la plaque (mm ² /m)]			- 🗆 ×				
	🧐 Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenêtres Aige									
	D 📽 📕 🖪	. 🥔 🎵	♥♥♥↓₽₽₽₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩₩			Dorien 🔻 📕 🖵				
J	80 8 X W	indow 1	1 🔹 🚺 Résultats 🔹 💀 💀 💀 😨		DR					
	<b>7.7</b> De De	25		81 10 18	max = 1271	Niveau actif				
		-		8 (A )(3	953 ←	2.70 m				
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	-10			636 ←	2.70 m				
		-2			318 ←	Gestion étages				
			Armature pratique	×	↓ ↓ ↓	🞆 Niveau du sol				
		14		##1	- 18 ← -	X = 0.00 m				
	Ay Az	-		_ <b>#</b>	36 ← -	Y = 2.70 m Z = 0.00 m				
	Awy Awy	- 20	Max calculé : 1167 mm²/m Max calculé : 678 mm²/m		53 ← -	Représentation				
	Aug Azg	20	Nombre de barres : 6		.271 ←	000				
		10	0 mm²/m #1 🕅 mm²/m	#		19 I I I I I I I I I I I I I I I I I I I				
	7 Asw		Max calculé : 599 mm²/m Max calculé : 477 mm²/m			Grandeur				
		•00	Nombre de barres : 6 🗲 Nombre de barres : 6 🗲		DA DA	Symboles 15				
		-8			16 16	Charges 15 📚				
	😔 📀	10	ELS CR			Résultats 25 🚖				
+		61			и и	Affichez groupes				
		24	Aide Annuler G	<u>D</u> K		Aucun 💌				
		8			J · <mark>⊢</mark> ×					

Nous supposons qu'une quantité au moins égale d'armature de répartition est placée sur les joints des prédalles.

Dans le haut, nous plaçons un treillis de Ø8 tous les 150mm. Soit vous notez la valeur correspondante en mm²/m dans les cases prévues à cet effet, soit vous cliquez sur le bouton indiquez le treillis d'armature concerné dans la colonne de gauche.



Vous retrouverez dans cette fenêtre tous les treillis d'armature repris dans la bibliothèque de treillis de Diamonds. Vous trouverez de plus amples

informations sur cette bibliothèque de treillis dans le Manuel de référence. Si vous cliquez sur 'OK', toutes les informations requises seront immédiatement remplies tant pour la direction x' que pour la direction z'. Notez bien qu'ici aussi, on demandera le nombre de barres par mètre courant. Diamonds calculera évidemment aussi la largeur de fissuration dans les plaques.

#### Etape 33: Calculer la flèche fissurée

Nous nous limiterons à calculer la flèche fissurée totale. Sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Flèche fissurée' ou cliquez sur le bouton ans la barre d'icônes.

Remarque: Dans la zone où aucune proposition d'armature n'a pu être fournie dans l'état limite ultime ou l'état limite de service puisque la section est trop faible, Diamonds va prévoir une section d'armature qui correspond au pourcentage maximum d'armature que vous avez spécifié dans les caractéristiques du fer à béton. Vous n'êtes donc pas obligé de supprimer les têtes de mort et vous obtenez encore une flèche fissurée réaliste.

#### Etape 34: Examiner les résultats

Une fois que le calcul est terminé, vous ne retrouvez plus la flèche élastique mais la flèche fissurée après fluage sous le bouton de la palette 'Résultats'. En outre, vous pouvez aussi visualiser la largeur de fissuration dans les poutres et les plaques via le bouton.

Vous voyez ci-dessous la flèche fissurée  $\delta_y$  après fluage pour l'enveloppante 'ELS QP'.



Notez bien que cette flèche est 3 à 4 fois plus grande que la flèche élastique. Cette augmentation est due en partie aux effets du fluage et en partie à l'état de fissuration du béton (sur base de cette combinaison rarement présente).

Il y a aussi lieu d'évaluer la largeur des fissures proprement dite sous la combinaison quasi-permanente.



Remarque: Ce modèle va encore être étoffé au §3.4. Cela vaut donc la peine d'enregistrer ce fichier.

# 3.2.8. Etablissement d'une note de calcul

Dans cet exercice, nous vous demandons d'établir un rapport qui illustre la puissance du Gestionnaire de rapports de Diamonds, sur base du projet que vous avez élaboré plus haut.

Vous pouvez générer plusieurs rapports à la fois et les imprimer ensuite tous ensemble. Il est ainsi possible d'exprimer en un seul rapport la géométrie ou les résultats d'une structure selon différents points de vue. Il est également possible de faire rapport sur une autre partie de la structure dans chacun des rapports. Il vous est spécifiquement demandé de définir les sous-rapports suivants:

- 1. Un sous-rapport reprenant les données suivantes:
  - o un plan terrier de la dalle de plancher avec dimensions
  - o les données relatives à la section des poutres
  - o une liste des matériaux utilisés.
- 2. Un sous-rapport dans lequel les charges sont représentées graphiquement suivant les différents groupes de charges sur une vue en perspective de la plaque. Définissez également, dans ce sous-rapport, les données des différents groupes de charges et la composition des combinaisons de charges définies.
- 3. Un sous-rapport avec une illustration des moments fléchissants  $M_{xx}$  et  $M_{zz}$  ainsi que des moments de torsion  $M_{xz}$  dans les planchers en prédalles sous les combinaisons ELU CF max et ELU CF min.
- 4. Un sous-rapport avec la présentation des résultats d'armature  $(A_y, A_{wz})$  de toutes les poutres, proprement alignés, avec une vue en perspective de la géométrie et indication des numéros des poutres.

Générez aussi une table des matières globale pour ces 4 rapports.

# 3.2.8.1. Dimensionnement

Etape 35: Dessiner les lignes de cote

Avant de réaliser le rapport, nous commençons par définir les dimensions de la structure. Nous utilisons pour ce faire une trame. Passez à la fenêtre

Géométrie 🖻 et prenez une vue du haut au moyen de z¹x. Cliquez sur

et sur Nouveau pour définir une nouvelle trame. La fenêtre suivante s'affiche:

<del>\</del>	Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre 1 (m)]	🧇 Trame	variable – 🗆 🗙
Selection <u>Fichier</u> Edition <u>Vue</u> Selection <u>Montrer</u> Analyser Options	Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e		
	■ 🛛 🖩 X 秒 8 🖸 😳 🕫 🕬 🖬 📗 🖡	Nom Trame variable	Couleur
😨 🛅 🔀 Fenêtre 1 🗾 🚺 Géométrie		Origine Point su	r l'axe x' Point sur l'axe y'
<b>k</b> , X	🖗 🛛 Paramètres trame 🚽 🗖 📕	X = 0,00 m X = 1,0	0 m X = 0,00 m
		Y = 2,70 m Y = 2,7	0 m Y = 2,70 m
000	Trame générale	Z =  0,00 m $Z =  0,0$	0 m Z = -1,00 m
	Activée     Pas	Choisissez des points dan	
	C Désactivée X 1,00 m	N° Distances (m)	N° Distances (m)
夕丽望(12000000000000000000000000000000000000	Affichage Y 1,00 m	B 0.00	2 0.00
₽ n5 P-1	C Non visible		
南.r.A. C.			
UT O D	Trame variable		
m e a			
		,	
		Nouveau Supprimer	Nouveau Supprimer
	Nouveau Modifier Supprimer	A, B, C, Origine A	C A, B, C, Origine A
	Aide Annuler OK	C 1, 2, 3, Origine 1	• 1, 2, 3, Origine 1
		C a, b, c, Origine a	C a, b, c, Origine a
		Avec numérotation	✓ Avec numérotation
		✓ Avec cotes	✓ Avec cotes
	2 8 100 100 100 100 101 0 102 103 000 001 0 102	✓ Avec quadrillage	✓ Avec quadrillage
		Ai <u>d</u> e	<u>Annuler</u> <u>Q</u> K

Cette fenêtre vous permet de définir une trame (variable) que vous pouvez utiliser, d'une part, pour dessiner une structure et, d'autre part, pour dimensionner une structure. Procédez comme suit:

- Donnez un nom à la trame et choisissez une couleur.
- Définissez dans quel plan vous désirez les dimensionnements. Vous pouvez procéder de deux manières:
  - Soit vous introduisez, dans 'Origine', les coordonnées 'Point sur l'axe x" et 'Point sur l'axe y".
  - Soit vous pointez ces coordonnées directement sur l'écran dans la géométrie modèle à l'aide de la souris. Pour ce faire, cliquez sur le bouton Choisissez des points dans l'environnement de dessin. Commencez par cliquer sur un point pour l'origine. Ensuite, l'axe x' s'affiche et suit votre curseur. Cliquez sur un second point pour déterminer la direction de l'axe x'. Une fois déterminé l'axe x', vous pouvez procéder de la même manière pour déterminer l'axe y', en cliquant à nouveau sur un point.



Remarque: Zoomez autant que possible en plan général avant de définir les lignes de cote: cela facilite l'indication du sens des axes.

- Vous pouvez ensuite indiquer dans les colonnes 'direction x' et 'direction y' les distances que vous souhaitez voir. Vous pouvez à nouveau procéder de deux manières:
  - Si l'icône I est active, vous devez ajouter vous-même un point à la fois à l'aide du bouton Nouveau. Vous pouvez introduire manuellement les coordonnées de chaque nouveau point ou cliquer sur le point à l'aide du curseur dans la géométrie modèle.
  - Si vous cliquez une fois sur I, l'icône se transforme en is et vous pouvez sélectionner simultanément plusieurs points dans la géométrie modèle, sans devoir commencer par les ajouter à l'aide du bouton Nouveau. Cliquez sur I dans le sens x' comme dans le sens y'.
  - Sélectionnez les points ci-dessous tout en gardant la touche MAS enfoncée.

Image: Content in the image: Conten	Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre     Silection Moster Analyse Onlines Fenêtre Aide	🂝 Trame variable 🚽 🗖 🗙
Openitie       Image: Construction       Openitie       Image: Construction       Openitie       Openit       Openit       Openi	D₽₽Q₽XXXXXX	Nom Trame variable Couleur
Image: Construction       Image: Construction       Image: Construction       Image: Construction         Image: Construction       Image: Construction       Image: Construction       Im	Image: Second trice     Image: Second trice       Imag	$\begin{tabular}{ c c c c c c c } \hline \hline Origine & Point sur l'axe x' & Point sur l'axe y' \\ \hline X = 0,00 & m & X = 15,00 & m & X = 0,00 & m \\ \hline Y = 2,70 & m & Y = 2,70 & m & Y = 2,70 & m \\ \hline Z = 0,00 & m & Z = 0,00 & m & Z = 10,00 & m & \\ \hline Choisissez des points dans l'environnement de dessin & \\ \hline \hline M^\circ & Distances (m) & \hline \hline M^\circ & Distances (m) & \\ \hline \end{tabular}$
Nouveau       Supprimer       Nouveau       Supprimer         Image: A , B , C , Origine       A       C       A, B, C, Origine       A         Image: C A, B , C , Origine       Image: C A, B, C , Origine       Image: C A, B , C , Origine		B         5,00         2         5,00           C         5,00         3         5,00           D         5,00         4         5,00
Avec numérotation     Avec numérotation       Avec cotes     Avec cotes       Avec quadrillage     Avec quadrillage		Nouveau         Supprimer           © A, B, C, Origine         A           C 1, 2, 3, Origine         1           C a, b, c, Origine         a           C a, b, c, Origine         a
		Avec numérotation  Avec numérotation  Avec cotes  Avec quadrillage  Avec quadrillage

Vous pouvez supprimer des points de la liste en sélectionnant les points en question et en cliquant sur le bouton Supprimer.

- Enfin, vous pouvez encore indiquer comment vous souhaitez numéroter la direction et si vous voulez faire apparaître la numérotation / les lignes de cote / lignes de trame dans la direction en question.
- Seules les lignes de cote sont visibles dans le dessin ci-dessous.



Des cotes ont été demandées uniquement dans le premier rapport et pas dans les autres rapports. Vous avez ainsi 2 possibilités:

- soit vous rendez la trame visible ici et vous la désactivez dans le gestionnaire de rapports lorsque vous ne voulez pas la voir;
- soit vous rendez la trame **invisible** ici et vous l'activez dans le gestionnaire de rapports lorsque vous voulez la voir;

Etant donné que cette dernière option demande le moins de travail, c'est elle que nous choisissons. Mettez la trame sur invisible.

🥹 Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenê	être 1 (m)] 🗕 🗆 🔀
🧇 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	- 8 :
- 日 🖉 🖬 🖪 🚳 🗊 👓 🖉 田田田 🎹 🚹 💹 🌆 業 設 8 警 盃 🕀 5	F% ゼ
😨 🗟 🖷 🛛 Fenêtre 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 💌 👰 🖽	▋忌│≒₽約qqqĭ/┃■∎₽₽│■₨
Image: New York     Image: New York       Image: Description     Image: New York	Nveau actif Level 1 -
Trame générale	3 2.7 m F Gestion étage
✓         Image: Constraint of the second seco	0 m 0 m 0 m 0 m 0 m 1 → Plan de dessin 1 → Plan dessin 1 → Plan de dessin 1 → Plan de dessin 1 → Plan de dessin
IT     IT    <	Z = 0.0 m Représentation D D D D D D D D D D D D D
	Grandeur Police 25 호 Symboles 15 호
Aige Annuler	Charges 15 C Résultats 25 C QK
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

# 3.2.8.2. Sous-rapport 1: Géométrie

Etape 36: Sous-rapport 1

Sélectionnez l'instruction du menu 'Fichier – Gestion rapports' ou cliquez sur l'icône D pour ouvrir le gestionnaire de rapports.

Commençons par définir les paramètres de la page. Cliquez sur ^{Mise en page} et complétez la boîte de dialogue comme suit:

9	Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre 1 (r	Paramètres mise-en-page
Schier Edition	<u>Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide</u>	
D 🛩 🖬 🖪	. 4 🗊 🗣 🗉 田田田 🎞 📜 🛛 📾 🎗 社 と 警 亚 🕀 🕬 ゴ	<u>Marges</u> 10,0 mm
	enêtre 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 👻 🚯 🖽 🕅 🗔	20,0 mm
	-1	
1 r ×		
	Operation         Operation           Gestionnaire note de calcul         Operation	10,0 mm
n / /		Orientation C Portrait
	Nouveau Modifier	C Landscape
~ ~		Police Arial
<u> </u>		Taille police
夕風怨		normal 9 Titre 1 18
A 5 D.		En-tête 7 Titre 2 14
T H ₄ , 1 .		Pied de page 7 Titre 3 12
Mar 2 1		Titre rapport 22
	/	
的影响		Logo redimensionner
I / />	Parametres imprimante	Hauteur 100% Maintient le ratio d'aspect
te tr	🖀 Imprimer 🔯 Visualiser avant impression 🖆 Fichier F	Largeur 100%
-45(C )		<u>En-tête</u>
	Aide Annuler	gauche : 📃 👻
		milieu :
		droite : Paramètres
	F-R	Pied de page
		Avancé
		Paramètres
1. Alexandre de la construcción de		droite : Numero de page : debu 💌 1
		Aide <u>Annuler OK</u>

Utilisez l'option 'logo' pour charger votre propre logo.

Chaque page est munie d'une en-tête et d'un pied de page. Cochez à droite que vous voulez utiliser les paramètres avancés pour l'en-tête. Cliquez sur le bouton Paramètres et notez dans le champ de droite le titre du document. Ajoutez éventuellement votre logo.

Co	onfiguration avancée de l'en-t	ête	×				
Country		Ducita					
Gaucne	<u>Milleu</u>	Droite					
Ajouter date	Ajouter date	Ajouter date					
Ajouter nom du fichier	Ajouter nom du fichier	Ajouter nom du fichier					
Ajouter nom fichier complet	Ajouter nom fichier complet	Ajouter nom fichier complet					
Ajouter numéro de page	Ajouter numéro de page	Ajouter numéro de page					
Ajouter un logo	Ajouter un logo	Ajouter un logo					
^	^	Calculation d'une plaque					
~	~	~					
Aide <u>A</u> nnuler <u>O</u> K							

Cliquez sur 'OK'. En pied de page, nous notons uniquement le numéro de page à partir du numéro 1 en bas à droite.

Nous confirmons la mise en page par 'OK' et nous cliquons cette fois sur le bouton nouveau pour composer la première sous-note.

Diamonds - BetonVB2.t	Imprimer rapport
Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Alge     D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D      D     D	Nom : Géométrie
😵 🗟 🖷 🛛 Fenêtre 1 🔄 🚺 Configuration utilisateur 🔍	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés
<u> </u> <b>k</b> _p ×	<u>Sélection et vue</u>
Gestionnaire note de calcu	
Modifier Copier	A 5:3 Modifier la sélection sur la vue
표이 View Export configuration Export configuration	Informations générales ↓ Titre rapport
Image: Second secon	Table des matières
The Imprimer I Visualiser avant impression	Interpretation des paragraphes     Commencer à 1
Aide	Données projet     Entrepreneur     Ingénieur structure     Maître d'ouvrage
8	I → Architecte ✓ Insérer référence logiciel Tinsérer options de calcul
	Aide <u>Annuler QK</u>

Appuyez sur le bouton iii pour ouvrir la fenêtre de la grille. Mettez la trame variable visible.

Image: Second		- 🗆 🗙
🥮 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenétres Aige		_ & ×
😨 🗟 🖷 🗵 Fenêtre 1 🔄 🧊 🧇 Paramètres trame 🛛 🔍		
		Niveau actif
∩⊞ ∠ Trame générale		Level 1
Trame Pas		2.7 m
0 0 0 0 • Activée		2.7 m
🛇 🧶 C Désactivée 🛛 X 1,00 m		Gestion étages
Affichage Y 1,00 m		
✓ (前) 2日		Niveau du sol
C Non visible		X = 0.0  m
	×	Y = 2.7 m Z = 0.0 m
Trame variable		Représentation
		888
冊 si		A
		~ ~
		Grandeur Police 25
		Symboles 15
<u>Nouveau</u> <u>Modifier</u> <u>Supprimer</u>		Charges 15
		Résultats 25 🖨
Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>Q</u> K		Affichez groupes
		Aucun 💌
	z	1

Cliquez sur 'OK' pour retourner au gestionnaire de rapports. Appuyez sur le bouton , et sélectionnez une vue du haut.



Vérifiez si l'image est celui que vous désirez. Si cela n'est pas le cas, suivez la procédure avancée dans la boîte grise ci-dessous.

#### Sur l'option 'Modifier la sélection sur la vue'

Indépendamment de ce que vous voulez présenter dans la note de calcul (géométrie, charges ou résultats), vous déterminez chaque fois le point de vue (du haut, de face, de l'arrière, de côté ou en perspective) dans ce premier onglet. Vous indiquez également à quels éléments le sous-rapport s'applique. Comme vous y prendre? Vous avez deux possibilités:

- A l'aide du bouton Modifier la sélection sur la vue, vous retournez à la fenêtre modèle de la configuration active où vous pouvez modifier l'orientation et la visibilité des éléments à votre guise.
- · Vous pouvez faire votre choix parmi les vues standard qui se trouvent

dans Diamonds via . Lorsque vous choisissez une vue standard, Diamonds centre automatiquement la sélection et l'affiche aussi grand que possible dans la fenêtre.

En bas de cet onglet, cochez 'Titre rapport' et 'Table des matières'. Le titre qui sera utilisé est le nom de ce rapport, c.-à-d. "Géométrie". L'option 'Table des matières' prépare une nouvelle table des matières pour ce rapport. La numérotation des paragraphes peut rester cochée.

\$	Imprimer rapport		- • ×
Eichier Edition Yue Selection		1	- 8 ×
D 📽 🖬 🖪 🚳 🕅 🗠 🕾	Nom : Géométrie		
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés		
k _p ×	Sélection et vue		Niveau actif Level 1 🗾
	€ tous les éléments visible C éléments sélectionnés		2.7 m
	Modifier la sélection sur la vue		2.7 m
			🛱 Gestion étages
	•••		Wiveau du sol
2 .4 P2			X = 0.0  m
NT HA R		<b>1</b>	Y = 2.7 m Z = 0.0 m
			Représentation
	Informations générales		
m s. F	✓ Titre rapport ✓ Table des matières		D 🔊
² ₄ <i>1</i> ⊘	reprendre dans table des matières précédente, avec numérotation contin		Grandeur
The The Ite			Police 25 🚖
E.	Données projet     Entrepreneur		Symboles 15 🚖
	□ Ingénieur structure □ Maître d'ouvrage		Charges 15 🚖
			Résultats 25 🚖
	☐ Insérer référence logiciel		Affichez groupes
	☐ Insérer options de calcul		Aucun 👻
	<b></b>	<b>-x</b>	
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	Z	1

Sélectionnez maintenant le deuxième onglet 'Géométrie' et cochez la première case.

9	Imprimer rapport	- 0 ×
💝 Eichier Edition Yue Sélection I		- 8 ×
D 📽 🖬 🖪 🚳 🕅 🗠 🗠	Nom : Géométrie	
😨 📴 📉 Fenêtre 1	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés	
<b>▶</b> , ×	✓ Montrer géométrie	Niveau actif
	Configuration Géométrie 🗾 İ	2.7 m
	☐ Insérer données géométrie dans tableau	₽ 2.7 m
	Paramètres tableau	Gestion étages
		🐼 Niveau du sol
		)口 Plan de dessin
-7 s.5 ₽÷	Insérer données section	X = 0.0 m
A. 124 (B)	Insérer données connexion	Z = 0.0 m
- Thirl 22 1 /~	Insérer données matériau	Représentation
		AAA
fffi eFe 👘	Insérer profil couche de sol	
		4 V
		Grandeur
The International Internationa		Police 25 🚖
		Symboles 15 🚖
		Charges 15 😂
		Résultats 25 🔺
		Affichez groupes
		Aucun 🚽
		and the second
		z× = =
	Aide <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	

Le point de vue est maintenant défini, mais il faut encore paramétrer le mode de représentation. Indiquez maintenant dans le menu déroulant voisin la configuration suivant laquelle le modèle doit être représenté. Vous y retrouvez toutes les configurations définies dans le modèle. Evidemment, comme nous ne voulons voir ici que la géométrie, sélectionnez la configuration 'Géométrie'. N'oubliez pas qu'une foule d'informations sur le modèle sont attachées à une configuration. Vous pouvez encore les adapter, si vous le souhaitez, à l'aide du bouton 1.

Evidemment, en cas de modification des informations sur le modèle, une nouvelle configuration (adaptée) sera définie et mémorisée avec la note de calcul.



Indiquez enfin encore qu'il faut reprendre les données relatives à la section et au matériau dans la note de calcul et cliquez sur 'OK'.



Voilà, le premier sous-rapport est terminé. Nous établissons maintenant une note dans laquelle les différents groupes de charges sont représentés graphiquement.

## 3.2.8.3. Sous-rapport 2: Charges

Etape 37: Sous-rapport 2

Cliquez sur Nouveau .

- Appelez cette note partielle 'Charges'.
- Avec le bouton vous pouvez modifier l'échelle des images.
   Choisissez pour ^{3:2}.
- Modifiez l'orientation de la dalle de plancher en une vue en perspective via le bouton .
- Faites correspondre la table des matières de ce rapport à celle du premier rapport. Cochez à cette fin l'option 'Reprendre dans la table des matières précédente avec numérotation continue'.

Diamonds - BetonVB2.t     Diamonds - BetonVB2.t	Imprimer rapport ×	
	Nom : Charges	
😨 🗟 🗮 Fenêtre 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 💌	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés	
▶ _p ×	Sélection et vue	
Gestionnaire note de calcu	tous les éléments visible C éléments sélectionnés	
□ ℓ ℓ S Ally Nouveau ℓ Modifier □ Copier □	Modifier la sélection sur la vue	
◆ W Géométrie		
IT C Export configuration	Informations générales	
A Paramètres imprimante     Mise en page	✓ Table des matières	
The second secon	✓ reprendre dans table des matières précédente, avec numérotation contir	
	Numérotation des paragraphes     Commencer à 1	
Aide	Ingénieur structure     Maître d'ouvrage	
8-	Billione reference wylicer ⊠- □ Insérer options de calcul	
	<u></u>	
	Aige <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	

Sélectionnez l'onglet 'Charges'.

- Indiquez que vous souhaitez représenter les charges de manière graphique.
- Sélectionnez ensuite la configuration 'Charges' dans le menu déroulant. Vous pouvez éventuellement modifier les paramètres de cette configuration à l'aide du petit bouton 1.
- Sélectionnez ensuite le type 'Groupe de charges' et cochez les 3 groupes de charges.

<del></del>	Imprimer rapport ×	- 🗆 🗙
Selection <u>Vue</u> Selection <u>N</u>		- 6 ×
D 📽 📕 🖾 🎒 🛛 ෆ ෆ	Nom : Charges	
😨 🗟 🗮 🛛 Fenêtre 1	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés	
k, ×	Montrer charges	Niveau actif
	Configuration Charges I	1 2.7m
000	Groupe de charges	#### 2.7 m
8	Poids propre     drarges permanentes     drarges deval. A : habitation	Gestion étages
· · · · · · ·		🐼 Niveau du sol
		🖈 Plan de dessin
-7 8,5 P+1	Tout	X = 0.0 m Y = 2.7 m
to star as		Z = 0.0 m
	Insérer données charges dans tableaux     Paramètres tableau	Représentation
HF 72, 42		
∰ s⁵ ₽	Poids propre     drarges permanentes     drarges d'expl. A : habitation	D 40
		Grandeur
Te IIe		Police 25 🚖
	, Tout	Symboles 15 🚖
		Charges 15 🚖
	IV Inserer donnees sur cas de charges	Résultats 25 🚖
	Insérer information sur combinaisons	Affichez groupes
	✓ Insérer charges générés	Aucun 👻
		<b>X</b>
	Aige <u>A</u> nnuler <u>QK</u>	
Il est également demandé de reprendre dans la note les données des différents groupes de charges et la composition des combinaisons de charges définies. Cochez à cette fin l'avant-dernière et la dernière case, et cliquez enfin sur 'OK'. La deuxième note partielle est ainsi définie.

### 3.2.8.4. Sous-rapport 3: Résultats globaux

#### Etape 38: Sous-rapport 3

Nous définissons une nouvelle note partielle avec *Nouveau*.

- Appelez cette note partielle 'Résultats globaux'.
- Choisissez 'une vue du dessus' via le bouton 🕮 .
- Faites correspondre la table des matières de ce rapport à celle du premier rapport. Cochez à cette fin l'option 'Reprendre dans la table des matières précédente avec numérotation continue'.



Sélectionnez l'onglet 'Résultats globaux'.

- Indiquez que vous souhaitez représenter les résultats de manière graphique.
- Sélectionnez ensuite la configuration 'Résultats' dans le menu déroulant. Vous pouvez éventuellement modifier les paramètres de cette configuration à l'aide du petit bouton 1.

9	Imprimer rapport	- • • ×
Image: Selection Edition Vue     Selection Mont       Image: Selection Edition     Image: Selection Edition	Nom : Résultats globauw	- E ×
😿 🗃 🕅 🔀 Fenêtre 1 💽	Général Géométrie Charges Résultats globaux késultats détaillés	
▶ _₽ ×	V Montrer résultats globaux	Niveau actif
		×
	Croupe de charges	Gestion étages
	Poids propre     Arges permanentes     Arges d'expl. A : habitation	Wiveau du sol 년나 Plan de dessin
P BJIT M J A	$\begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \\ \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\$	Y = 2.7m Z = 0.0m
	Ť	Représentation
m s: m	Insérer résultats min-max dans tableau Groupe de charges	
	V ₅ 7 ⊕ № № № ₩ ₩ ₩ 11 ⊡olds propre charges permanentes charges devin A ± habitation	] Grandeur Police 25  ♠
	<i>₹</i> ♥ ₽₽ ₽, <i>∞ ∞</i>	Symboles 15 🗢
	Ŵ₂ f‡ [‡]	Résultats 25 🚖
	Tout	Affichez groupes
	Insérer vérification d'équilibre	
	Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>	

Sélectionnez ensuite les résultats que vous voulez reprendre dans la note de calcul.

- Cliquez sur
- Indiquez la force  $M_{xx}$  dans le menu déroulant situé en-dessous.
- Cochez les deux enveloppantes (max et min) dans la liste des combinaisons ELU CF.

<b>9</b>	Imprimer rapport ×	- • ×
Image: Weight of the second secon	Nom : Résultats globauw	- <i>E</i> ×
😨 🗟 🖷 🛛 Fenêtre 1 🔹	Général   Géométrie   Charges Résultats globaux   Résultats détaillés	
<b>N</b> _p ×	I ✓ Montrer résultats globaux	Niveau actif
	Configuration Résultats 👤	2.7 m
		× 2.7m
	(The Charles (The The CE	Gestion étages
	Image: Weight of the second	Niveau du sol
7 .4 D.1		X = 0.0  m
T BUI.		Y = 2.7 m Z = 0.0 m
		Représentation
	V8 Tout	\$ \$ \$
田 sº 庐	☐ Insérer résultats min-max dans tableau Groupe de charges 💌	A 40
	Poids propre charges permanentes charges devial. A : habitation	Grandeur Police 25 文
		Symboles 15 🚖
		Charges 15 🚖
	₩ f f f	Affichez groupes
	Insérer vérification d'équilibre	
		-X super super
	Aige <u>Annuler</u> <u>QK</u>	ž sta

Répétez cette opération pour les forces  $M_{zz}$  et  $M_{xz}$  (sélectionnez donc immédiatement une nouvelle force dans le menu déroulant et indiquez

aussi quelles combinaisons doivent être représentées pour cette force) et cliquez sur 'OK'. Ce sous-rapport se composera en tout de 6 illustrations.

Cochez l'option 'Insérer contrôle d'équilibre'. Elle additionnera les charges (verticales et horizontales) qui agissent pour chaque groupe et combinaison de charges, ainsi que les réactions (verticales et horizontales).

<b>\$</b>	Imprimer rapport ×	- • ×
Eichier Edition Vue Sélection Mont		- 5 X
	Nom : Résultats globauw	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1 💽	Général   Géométrie   Charges   Résultats globaux   Résultats détaillés	
k _p ×	V Montrer résultats globaux	Niveau actif
	Configuration Résultats 🔽 1	2.7m
	<b>1.7</b> 0: 0: 6: 0. 0. 0. 0. 1: 0.	× 2.7m
	(Max) (Max) FILICE	Gestion étages
Z . 111 - 261	V Enveloppes min	🔤 Niveau du sol
12/ m 12/	ELU CF 1	J Plan de dessin
τ ^{', χ} R,  → ¹ ,	HAR HAZ HAZ ELU CF 2 ELU CF 3	Y = 2.7m
NTA 211 12		Z = 0.0 m Représentation
		\$ \$ \$
m st in		J 🖗 🦚
T T T	Groupe de charges	- Grandeur
	VII W W W W W W W Cares from A habitation	Police 25 🚖
E.		Symboles 15 🚖
		Charges 15 🚖
		Résultats 25 文
	Tout	Affichez groupes
	Insérer vérification d'équilibre	Aucun 🚽
		Ţ ^X stat
	Aide <u>Annuler</u> <u>OK</u>	

Cliquez enfin sur 'OK'. La troisième note partielle est ainsi définie.

### 3.2.8.5. Sous-rapport 4: Résultats détaillés

Etape 39: Sous-rapport 4

Dans un dernier rapport, on demande un résultat détaillé de l'armature prévue dans les poutres ainsi qu'une vue en perspective de la géométrie avec indication des numéros des poutres.

Ouvrez maintenant une nouvelle note de calcul avec in Nouveau.

- Appelez cette note de calcul 'Résultats détaillés'
- Cliquez sur le bouton Modifier la sélection sur la vue pour définir l'orientation du modèle. Sélectionnez ensuite, en bas à droite, une vue en perspective et rendez uniquement les poutres visibles via la fonction
   Retournez au gestionnaire de rapports via cliquez ici pour revenir à la configuration de la note de calcul



- Reprenez également ce rapport dans la table des matières globale.

<del></del>	Imprimer rapport	<b>X</b>
Eichier Edition Vue Selection		- 8 ×
_ <b> </b>	Nom : Résultats détaillés	
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1	Général Géométrie Charges Résultats globaux Résultats détaillés	
ĺk, X		Niveau actif
○冊 . /	Selection et vue	
<u>~</u> _ /	€ tous les éléments visible      C éléments sélectionnés	2.7 m
	📩 👯 5:3 Modifier la célection sur la vive	2.7 m
S 🕸		Gestion étages
*		
Z. 101 211		Niveau du sol
12 IV 12		D Plan de dessin
+2 BJ P+1 + 114 (*)		X = 0.0 m Y = 2.7 m Z = 0.0 m
nic 201 75		Représentation
	Informations générales	BBB
師 eFe 武	🔽 Titre rapport	and an
I A A	✓ Table des matières	
	reprendre dans table des matières précédente, avec numérotation contir	Grandeur
ale m Ile	Vumérotation des paragraphes Commencer à 1	Police 25 호
E,	🗖 Données projet 📄 Entrepreneur	Symboles 15 호
	🗖 Ingénieur structure 👘 Maître d'ouvrage	Charges 15 🚖
	Architecte	Résultats 25 🚖
	☐ Insérer référence logiciel	Affichez groupes
	Insérer options de calcul	Aucun 💌
		Ţ ^X
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	

Sélectionnez l'onglet 'Géométrie'.

- Cochez la première case.
- Cliquez ensuite sur le bouton 1 et indiquez dans l'onglet 'Géométrie' que vous voulez représenter les numéros des lignes.



Confirmez par 'OK'.

Activez maintenant le dernier onglet 'Résultats détaillés'.

- Indiquez que vous désirez représenter les résultats détaillés de manière graphique.
- Cliquez sur le bouton et sélectionnez, dans le menu déroulant situé en-dessous, l'armature longitudinale  $A_y$  et l'armature d'effort tranchant  $A_{wz}$ . Cochez chaque fois la case de droite.

*	Imprimer rapport ×	- • ×
Eichier Edition Vue Selection Mont		- # ×
	Nom : Résultats détaillés	
😨 🖾 🧮 🔀 Fenêtre 1 💽	Général   Géométrie   Charges   Résultats globaux   Résultats détaillés	
k, X		Niveau actif
	✓ Montrer résultats détaillés	GTT# 12.7m
8 0 0 9		
		1 FFF 3 2.7m
		Gestion étages
	Groupe de charges	🛲 Niveau du sol
		🖽 Plan de dessin
₽7 в.5 PH	Ares Ares	X = 0.0 m Y = 2.7 m
NTA 2114 92	$\langle A_{2i} \rangle \langle A_{2i} \rangle$	Z = 0.0 m
		AAA
	A _{SW} Tout	
	☐ Insérer résultats détaillés dans tableaux Groupe de charges ▼	
	Poids propre	) Grandeur
the m the	X s X         LV         V         Wα         V         Call         Charges permanences           charges d'expl. A : habitation	Police 25
<u> </u>	😴 🥎 🖉 🗛 📈 🐝	Charnes 15
		Résultats 25 🔺
	Tout	Affichez groupes
	Insérer vérification assemblage	Aucun 💌
		-X 1000
	Aide <u>Annuler</u> <u>OK</u>	2

Cliquez sur 'OK' pour refermer cette fenêtre. Les quatre sous-rapports sont maintenant établis. La note de calcul est prête à être imprimée.

\$	Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre 1 (m)]	- • ×
Selection Vue Selection	Montrer Analyser Options Fenettres Aide	- 8 ×
D 📽 📕 🖻 🚳 🖗 🗠 🗠	▲   田田  Ⅲ   ■   ■	
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1	「 「Configuration utilisateur 」 「 「 」 「 」 「 」 「 」 」 「 」 」 」 、 、 、 、 、	
N. X		Niveau actif
∩⊞. ∕		
	🧇 Gestionnaire note de calcul – 🗖 🗙	<b>H</b> I 2.7m
		2.7 m
S 🕸	Nouveau Modifier Copier Supprimer Modifier	🛱 Gestion étages
<u> </u>	<ul> <li>✓ Géométrie</li> <li>✓ Charges</li> </ul>	Niveau du sol
夕田建	<ul> <li>✓ Résultats globaux</li> <li>✓ Résultats détaillés</li> </ul>	De Plan de dessin
Ø.≒₽.:		X = 0.0 m
J. W. G.		Y = 2.7 m Z = 0.0 m
		Représentation
		\$ \$ \$
m es in	🕞 Import configuration 🛛 🖬 Export configuration Tous 🔽	D 🔊
I. J. 🖉	A Paramètres imprimante	Country .
7		Police 25 🚖
	Imprimer 🔃 Visualiser avant impression	Symboles 15 🚖
		Charges 15 🚖
	Aide <u>Annuler QK</u>	Résultats 25 🜲
		Affichez groupes
		Aucun 💌
	z [×]	

### 3.2.8.6. Aperçu avant impression

#### Etape 40: Aperçu avant impression

Vous pouvez à tout moment afficher un aperçu avant impression de la note de calcul de l'ensemble ou des sous-rapports cochées via le bouton Visualiser avant impression

Une fois qu'une note de calcul a été rédigée convenablement, vous pouvez l'imprimer via le bouton Imprimer. Vous pouvez aussi sauvegarder la note de calcul dans un fichier RTF Fichier RTF afin de pouvoir l'ouvrir/la retravailler ultérieurement à l'aide d'un traitement de texte.

# 3.3. Exemple 3: Calcul d'une plaque de fondation sur base de données de sondage

Licences requises	✓ Barres 2D
-	✓ Dalles 2D
	✓ Dimensionnement béton

Nous allons procéder au calcul d'une plaque de fondation générale sur terre plein. Dans cet exemple, nous supposons qu'il n'y a pas de fouille du tout, c.-à-d. que la naissance de la fondation et le niveau du terrain coïncident. Nous supposons, en outre, qu'un sondage a été réalisé et que le profil des couches de sol peut en être déduit comme suit:

Epaisseur de	С	Α	OCR	СС	$\gamma_d$	$\gamma_n$
couche [m]	[-]	[-]	[-]	[%]	[kg/m ³ ]	[kg/m ³ ]
1	120	180	1,0	0,0	1600	2000
3	350	525	1,0	0,0	1600	2000
4	260	390	1,0	0,0	1600	2000
10	340	510	1,0	0,0	1600	2000

- La constante de compressibilité *C* et la constante de remise en contrainte *A* sont sans dimension et sont déduites de la résistance conique.
- Le coefficient de surconsolidation *OCR* exprime la mesure dans laquelle le sol a déjà été mis en charge auparavant.
- Le coefficient de drainage *CC* exprime la quantité d'eau interstitielle déjà drainée.

-  $\gamma_d$  et  $\gamma_n$  sont respectivement le poids volumique du sol sec et humide.

La nappe phréatique se trouve à 1 mètre sous le niveau du sol.



Sur le plan terrier ci-dessus, les lignes correspondent au bord inférieur des murs utilisés pour supporter la dalle de plancher que nous venons de calculer. Les pieds des colonnes sont représentés par des points. La plaque de fondation dépasse de 0,5m par rapport aux murs et aux colonnes. L'épaisseur de la plaque est de 30cm et c'est à nouveau un béton de qualité C25/30 qui est utilisé. L'enrobage brut des armatures est de 35mm, pour l'armature supérieure comme pour l'armature inférieure.

En ce qui concerne la contrainte, on part des données suivantes:

- En bas de chaque mur, une charge linéaire verticale uniformément répartie est exercée sur la plaque de fondation, de l'ordre de 85kN/m pour les charges permanentes (en ce compris la part du poids propre de la superstructure) et de 10kN/m pour les charges d'exploitation.
- Toutes les colonnes centrales exercent sur la plaque de fondation une charge concentrée de l'ordre de 600kN pour les charges permanentes (en ce compris la part du poids propre de la superstructure) et de 100kN pour les charges d'exploitation.
- Les charges concentrées exercées par les colonnes sur les bords de la fondation sont de nature permanente et ne sont que de 60kN.

## 3.3.1. Définition de la structure

### Etape 1: Débuter un nouveau projet

Débuter un nouveau projet via l'instruction 'Fichier – Nouveau' ou D.

### Etape 2: Passer à la configuration 'Géométrie'

Cliquez ensuite sur l'icône Mans la barre d'icônes afin de mettre à l'avant-plan la configuration 'Géométrie' avec la palette correspondante.

Si vous disposez d'une licence Barres 3D ou Plaques 3D, commencez par activer l'étage 'Fondation' dans la palette à droite de la fenêtre modèle. Si vous choisissez une vue du haut, vous dessinerez dans un plan horizontal passant par l'origine du repère d'axes global (où Y = 0).

Image: Optimized State   Diamonds - [Fenêtre 1 (m)]	- 0 ×
🥮 Eichier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aige	- 8 ×
田田田 (Géométrie)     「日本(Frenêtre )     「日	
	Niveau actif fondation
	0.0 m
	FTFFR \$ 0.0 m
V W du dessus	Gestion étages
244	Niveau du sol
√ n,5 P+1 Vue de face Vue de face	X = 0.0  m $Y = 0.0  m$
m 2 p	Représentation
HT Q W Vue arrière	**
	D 40
$\frac{2}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ Vue côté gauche	Grandeur Police 25 🔷
Vue côté droit	Symboles 15 文
Zulix	Charges 15
3D	Résultats 25
Z ⁴ X Vue 3D	Atticnez groupes
	г× 111 11
	1

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue du haut. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes ou sur dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le premier point de vue 'Vue de dessus'.

### Etape 3: Définition du gestionnaire de niveau

Il n'importe pas à quel niveau (= coordonnée Y globale) que vous dessinez la structure, mais parce que nous voulons récupérer la plaque de fondation au §3.4, nous allons définir les niveaux correctement.

Appuie sur le bouton ^{III} Gestion étages</sup>. Sélectionnez le 'Niveau 1' et cliquez sur 'Supprimer'. Cliquez sur 'OK' pour fermer la fenêtre.

<b>\$</b>	Diamonds - [Venster 1 (m)]	- 0 ×
Scherm Selecteer Toor	i <u>A</u> nalyseer <u>O</u> pties <u>V</u> enster <u>H</u> elp	_ 8 ×
<b>□ ☞ ■</b>  द⊕ 🖗    ∽ ~    ∰	田田  🏭   図 圖 変 没 🕹   参 豆 ① 🥬 ゴ             📭 🤤	Dorien 🔻 📕 🖵
😵 🖏 🗮 🛛 Venster 1 💽	1 Geometrie 🖸 🚱 🕶 🞯 🗟 🎄 中日 🕅 😨 🖉	
🖹 🗙 наканска		Actief niveau
·	化硫酸盐 化化化化 化化化化 化化合金 化化合金 化化合金 化化合金 化化合金 化化合	
	🧇 Gestion étages 🗙 a sea sea sea sea sea sea sea sea sea s	00 m
		Riveau beheer
	Nouveau Diviser Copier Supprimer	. 🚟 Maaiveld
夕田登		E Tekenvlak
₩ 8,5 P+1		X = 0.00 m Y = 0.00 m
No HA CARAGA	🖉 🔈 Etage 1 2.70 m 2.70 m 🛛 🖉 🖉 🖉 🖉	. Z = 0.00 m
		. Voorstelling
ms n		: 🕸 🦚
🚡 / 🔿 a kesa kes		
		Lettertype 10
		Symbolen 10 🚖
- A REPARES		
		. Lasteri S 💌
		Resultaten 10 🚖
		Toon groepen
		Geen 💌
		a sept and
化化化化化化化化	where where where where we want where where $\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n}  a_i ^2 + \sum_{i=1}^{n}  a_i ^2 + \sum_{i=1}^$	× == ===

Etape 4: Modifier le pas de la trame

Cliquez sur ^{III} pour modifier le pas de la trame standard en pas de 5m. Confirmez par 'OK'.

Image: Open state of the st	- 🗆 🗙
♥ Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Ontions Fenetres Aide	_ # X
Image: Second trice	Image: Second state of the second s

### Etape 5: Dessiner des lignes et des points sur lesquels des charges vont agir

A l'aide du bouton , dessinez toutes les lignes de construction auxquelles une contrainte linéaire sera attribuée. La longueur de tous les segments de ligne est un multiple de 5m. Faites coïncider l'angle supérieur gauche du dessin avec l'origine du repère d'axes global.



Cliquez ensuite sur le bouton et dessinez tous les points de construction. Pour dessiner un point, naviguez avec la souris vers un point de trame et enfoncez une fois le bouton gauche de la souris.

Diamonds - [Fenêtre 1 (m)]	_ D <mark>_ ×</mark>
🧇 Eichier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	- 8 X
□ ☞ ■  집 尋 ♥   ∽ ⌒   冊 冊 冊   Ⅲ   №   図 圖 光 繰 &  紫 盃 ⊕ 颅 ゴ	⊨∎ +0
😨 🗟 🖷 🖂 Fenêtre 1 💽 🚺 Configuration utilisateur 💌 📾 편 💹 🛃	a   🎝   🖑   Q Q 📓   🖉   🖻 🖪 🐨 🖻   💷   🛎
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	Niveau actif           Niveau 1           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I           I
	Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation Représentation
× × •	Charges 10 (*) Résultats 5 (*) Atfichez groupes Aucun *

Mettez fin à la fonction de dessin via le bouton . Agrandissez le dessin avec ou **F12** afin d'obtenir la plus grande représentation possible de la géométrie.

### Etape 6: Modifier le pas de la trame

Cliquez sur iii et modifiez le pas de la trame en 0,5m. Fermez cette fenêtre par 'OK'.

### Etape 7: Dessiner le pourtour de la plaque de fondation

Activez à nouveau la fonction de dessin de dessinez le pourtour de la plaque de fondation. Utilisez la trame pour réaliser une saillie de 0,5m.

<del>o</del>											Dia	amo	onds	; - [Fi	enê	tre	1 (r	n)]											- 0	×
🤗 Eichie	r <u>E</u> dition	<u>V</u> ue S	élection	Mo	ntrer	Anal	yser <u>C</u>	ptio	ns I	Fe <u>n</u> êtr	res	Aide	£																	- 8 1
0 🚅		. 8 🕠	5	Cit.	H	HH	1 III					X	ž.e	6	¢ġ.	271	٩	Fe/ I	4	1F	1	4								
included address in				1				11	322		1975	3550	<u>.</u>	Starl	-							on	0.0			11	-			
		enetre 1			-	1	Geome	trie								80				RTH	<u>بل</u>	\$7	च्	<b>u</b> 🔤	Ø					9 6
		ne 1634 av	21, 423	NE 193	8.96.3	6. 603	12 12:14	15.7	1823	56 - 63	88 B	6.20	102	S6 - 493	8.35	12	889 8	6 200	16.16	100	\$6.5	100 M	NR - 183	8.86.3	2034 0	18 18	S - Si	20.402	Niveau act	tif
• P		8 839 8	8 63	10.000	9 38 9 4 44 4	8 1000. 	10.000	8.8	1.000	8.8	199 - 19 	6.8	100	28 - 865 14 - 665	9 8 4 4		008 3 	6 833	8.8	6 1601 - 1004	- 25 - 3	609 B	- 16 - 16 - - 1 - 16 -	8 8 8	8 603	8.8	38-36 	8 638	Niveau 1	-
		8.08.8	8.93	1	0 00 3	0.008	0. 200	525 50	0.008		82 8	8 168	252	0 80	9 88	- C2 - 1	508 - S	0 0000	1	0.00	<u> 8</u> 1	S. 1	8.03	0.8.1	1.05	8.9	3.3	8.33	Grand 1	.70 m
_	_	St 1004 32	8.68	I	٠X														11	1001	8.3		(K K)	8 18 3	8 608	8.83	8.8	83 - 60%E	Ath	
111		25 602 80 35 603 80	A 1000	Ŧ	8 80 8 8 80 8	50 5000 50 5005	75 6012 36 6013	10.0	- 5558 - 5558	100 B 100 B	202 VA 203 VA	6 94 6 60	1000	201 - 623 241 - 623	त ३२ जन्म		2008 - 6 2008 - 2	6 9005 8 9005		60000	- 00 - 1		- 75 - 660 - 35 - 665	8 8 8 8 8 8	n tout	70 60 70 60	10 - 20 11 - 20	AU 10108	200 2 2	.70 m
	ь	8 83 8	20.000	1	8.83	8 202				9.4			• •	9 89	9 B.	8.	84.9			10.0	9	• •	8 B	191			s 93		KH:N.	
	\$	15 1637 21 10 1637 31	25 1025	8	8 8 8 4 4 4	5 500 	10 1001 10 1001	85 8 18 8	: 1008 - 1008	3.5	89 88 89 8	6 88. N 20.	1000	25 - 583 G 603	9 36 9 36		898 9 100 - 1	5 8539 1 1 1 1 1 1		1001	- 81 - 3 	59 B	- 15 - 160 - 160 - 160	233	5 235 6 234	15 55 A AS	a a.	25 5032 AL 1004	Gestio	on étage
	-	0.03.0	Q. 200	ŝ	181	3 23	8.08	N 9	198	8.8		1.12	20	8 18	1.18	8	88, 8			100	8.1		- 10 (E)	181	8 224	8.8	8.8	2.23		
-		8,803,8	8 68	2	8.98.8	e soar	35 8704	8.8	1,000	38 R	201 (A	8.8	1008	18 R.S.	8.08	8.4	008-3	8, 8004		10.01	18 1		- 38 - 89	8 18 8	8 8998	St. 80	28-38	83 - 60%.	🐼 Nivea	u du sol
141	에 관구 !	25 602 20 25 502 20	40 1002		8 80 8 8 70 8	52 51055 10 10 04	75 6337		2 - 52038 2 - 52038	10.0	201 M	6 D2 6 60	1003	20 63	त छ। जन्म		9938 - 8 9938 - 8	6 500 6 600	11	6239	80.3	100	- 75 - 683		12 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	20 - 60 20 - 60	9 - 20 9 - 20	50 5005 50 5005	the Plan d	le dessin
1	and the second	8.99.9	8.23	- S	1 2 1	8 233	ä 183.	8.	.88	8.9	8. 8	18	.38	• •	3. 6	8.	81.1	. es.	a 8	208	83	83 B	- 93 - 93 1	•	1.293	8.9	8.8	9.58		00
- B.	5 P+	8 83 8	88 1003	8		8 1038.	8.83	8.8	1.000	35.8		8.88	-332	25 - 166 	9 (B) 		838 B	6 8339 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	8.8	1 1631 - 1631	8.3	89 B	- H - H-	8 8	6 5365	8.8	8 38 	83 - 103E	X = 0. Y = 2	.00 m 70 m
.* 1	14 10	0.00.0	0.00	ŝ	181	1.12	8 ES	S. 9		8.8	8.8	19	1	8.03	1.8	8	89, I	1.00	2.2	1.000	8.1		S 10		1.20	3.2	8.8	2.52	Z = 0.	.00 m
Mil M	1 12	25, 1223, 25	20 602	3	8.96.3	a 800	15 1515	14 B	883	S6 - 8	35 35	6.95	-	S6 433	8 36	38 <b>-</b>	832 8	6 235	15. N	1000	S6 3	100 10	NS 833	8 3	6 633	10.10	8 86	20 6032	Représenta	ation
17 6	5 AIN	25 633 35 25 633 35	30 500	8	8 8 9 7 3 4	52 5003 5 5004	15 833 1 1 1 1 1		5 1993) 1 1000			6 32 	1993 1990	20. 623	त्र २२ च ज	15 1	98 <b>3</b> 8 004 9	8 300 8 300		5 833 2 4004	- 35 - 3				9 1998. 5 1993	75 63 a. a.	a .a.	50 5008. 50 5008.		. A
io 🖗		8.98.9	8.68	- S	1 1 1	8 233	8 ISI	8.9	138	8.9	61. 6	18	.38	5 95	3.6	÷.	81.1	1.101	8.3	1 200	S 1	S	16 BS		8.69	8.8	8.8	6 138	1 23 21	3 53
	Fe 👘	8 839 8	88 6038	8	8 35 8	6 100R	H 10.04	8.8	1.603	35.8	139 B	8 8	10.8	16 184	3.8	8.4	838 B	6 8338	8.8	6 160X	- 28 - 3		8.80	8 8	6 606	8.8	38.36	83 1038	0	
m s	Ser (Level)	0.00.0	0.00		8 30 8	ः । त्यम	65 800	.989	्राव्यः	- 30 - 8	91_93	8	1028	4.0	18	8				1.00	8.1		10.00	.   .		3.0	2.2		T 10	2
3,	× (>>	12 R.S. 20	20 - 603	-									1	S 83	8 36	32	82.3	7 205	1. 10	1999	Si 1	255 B	12 SS	8 3	283	12 GS	5.55	20 800		
	_ ~	15 5 3 3 3	30 555	25 63	883	2 - 5335 	15 633	S. 3		8.8		5 D2	1	80.63	8 38 	18 1			2.2	5 6335	- 86-3		15 63		8 - 533.	15 ES 11 ES	2.2	22 - 523 	Grandeur	
The -	H IL	2.02.2	0.100	8 IS	1 2 1	8 88	8 ISI	S 8	188	8.8	61.6	18	2	S 16	1.6	81		1.123	8.8	1 100	S 1	83 B	- 18 M		1.59	8 B	8.8	0.131	Police	30 韋
- target	<u>111</u>	S 803 B	83,4038	31 875	8.38.3	6 603	35, 8735	8.8	10.08	388	R06 (S	8 8	85	18 8/3	8.08	8.3	008-3	6 9304	8.8	6 8008	38-3	est 18	36 82	8 8	8 8000	80,82	38-38	8.638	Symboles	10 🚖
( <del>4</del> )		2.02.0	9 D.C	\$ Ø3		9.50	8 IV.	8.8		8.9		19	33	8.03	18		31.1		8.8	100	8.1		3.00			8.0	8.8	9.53	100000000	
1.0000		12 335 S	20, 2020	NS - 533	a sa a	6 233	8.835	81 B	- 332	8.3	85 K	6.05	-35	S 33	8.36	33	83.3	7 205	12 H	8.889	S 3	65 B	12 53	8 3	282	8.8	5.5	70 REP	Charges	10 🚖
		8 8.0 8	83 1028	<b>H</b> 188	8 85 8 	8 10.8	8, 833	8.8	1.008	8.8	138 B	8 89	28	19 R.S.	3.8	3.1	03E 3	6 8334	10	1.000	8.8		8.8		8 8368	8.8	38 38 	85.4538	Résultats	5 🚖
		2.03.5		8 KS	191	8 B.B	2.181	6.6		8.8	61.6			5 20	2 84	- 22 - 3	202 2	5 2002	15 10	2 - 2023	- 22 - 2	802 89	- 72 - 92		1.19	2.2	S S	8.186	A 60 ale an an	1
		8,803,8	$S = S \otimes S$	96 RS	8.32.3	8 603	8,833	8.8	1013	328	RS (3	8 83	673	12 103	8.98	8.4	898-3	e 200	8.8	6 3093	32 3	- 10 A	36 39	5 8 9	8 899	96 R.S	9.32	8 698	Affichez gr	oupes
		0.000	8.33	3 fil	181		0 f01	82		8.5				8 88				1.00	100		8		8.8	181	1.23	3.0	11	2.22	Aucun	-
		82 1003 56	25,233	W 83	a se a	6 889	12 13 13	8 V	183	S 6	88 N	6.25	183	96 - 193	a 36	8	82.3	200	80 N	6.633	96 J	65 N	W 83	8.8.3	6 833	8.6	a al			
		35, 35,59, 35	8.63	35 355	8 35 3	6 638	80, 803	8.8	10.8	355	138 B	8 8	838	16 100	8.8	8.4	6.8.3	6 8308	8.8	6 863	38-3	800 B	35 35	8 18 18	8.638	8.8	98 - 98 	_ Ţ [×]		2 C
		10. 10.91 (B		10. A.S			20.000			- 3. A		5 . S.	10.3	33. <u>1</u> 835	aa	- 5- 3		e			3. 3		-10 KS	a. a. 1		5.5	3 A L	4		
																														4

La plaque de fondation peut maintenant être définie.

- Soit vous sélectionnez uniquement les bords extérieurs de la plaque de fondation à l'aide de la touche MAS.
- Soit vous sélectionnez l'ensemble de la structure en étirant un cadre de sélection.

Pour plus de facilité, nous choisissons la deuxième possibilité. Cliquez avec le bouton gauche de la souris sur un point en haut à gauche du dessin, et déplacez la souris vers une position en bas à droite de la figure, tout en maintenant enfoncé le bouton gauche de la souris.

Cliquez sur le bouton afin que Diamonds puisse commencer la recherche de plaques. Comme il n'y a qu'un seul pourtour fermé, une seule plaque sera formée.

<del></del>												Dia	amo	nds	; - (F	enê	etre '	I (n	ן(ו											- 🗆 🗙
🤗 Eichi	er <u>E</u> dition	<u>V</u> ue <u>S</u>	élection	M	ontrer	Ar	nalyse	r <u>O</u> p	otion	ns F	e <u>n</u> êtr	es	Aide																	- 6 ×
0 🗳		. 8 0	n	CH.	H	Ħ	Π		1				X	60	6	¢ġ.	211	(†) F	e I		同日	<b>1</b>	¢							
prosess - 200644		5 676 689	11			program					27770	355	325616	<u>.</u>	Sile.I.	- 1	-				LS I	•	an.	0 0		1	11		ng (200000) (200	
		enëtre 1			-	1	Ge	eométr	ie							•	<b>B</b>		W 🖂		Η.		<b>4</b> .5	સ્લ		E		R		9   19 24   -
	×	12 12 13 13	21-6051	12 13	SS - S6	25 83	9 W	1005	1.7	633	96 - 83	85 - 65	- 26	-82	96 - 89	54 - 55	12.4	82 8	( 205 )	8. 10	829	96 D.S	5.15	12 12 13	96 B	6.625	12 12 13	- 56	30 6632	Niveau actif
<b>^</b> P	~	8 804 8	8 88	38 B	59 B	8.83	98 B	10.01	8 83	10.51	15 18	69 - 69 	8	100	36 Ki	64 (B	100	109. Pr	0 8839 1	8.8	1001	8 88	9.8	18 18:55	38.3	6 1000	H 163	36	8 638	Niveau 1 💌
	• /	8.03.8	0.00	-	59 B	82 ES	28 C	803 5	3 53	1008	20.8	2 9		2028	25 88	97 (R)		38 3 	5 (KSS) (	-		8.8	3.8	8,000	3.	1.53	8.63	3	8.88	270 m
_	_	S 803 B	22 1022	IT	X															11	801	8.8	8.8	(K. 1998) (A. 1998)	8.8	e kon	8.8%	1.22	93 - KS38	PHPh.1 2000
10 6		15 10 17 18 15 10 17 18	N 1000	ł		が 52 ありの	23 - 25 24 - 25	Access of	a 22 2 10	1003	2.5	99 99 99 99	1 (22) - 32	1000	8 8 8 8	त्व छ जाल		200 - 2 201 - 2	5000 5000	ш	6003 - 6004 -	0 20 8 80	8 (A) 8 (A)	75 603 75 603	80.0	12 5355. 12 5355	75 633 76 633		50 5535 50 5035	2.70 m
	115	2.1.2.2		1 T		10			• •		9.8	• •		• •		G. 14	8.		1.1.4	ш		9 F	• •		9			- 93	1 24	PFP1'
$\sim$	SV .	25 809 B	51 -523	ш		8.8	28 - 18 24 - 44	- 1000 - 1000	8.83	10.08	3.8	69 83 10 10	8		8 K 4 K	69-68 54 54		58 8 	0. 3359 	ш	Roll .	8 88 4 40	8 8 	10 1008 10 1009	8.3	6 1008 - 1008	11 100	- 25	8 108	Gestion étages
	*	0.03.0	9. J.S.	ш	2.2	S .S	8.8	1921	9.93	33	8.8	8.8	12		8 B	8.8	181	81.6		ш	1831	8 P.	3. 13	9 P.	8.1	3 222	8.00	1	2.24	
		St 1004 10	8 63	ш	28.38	8.80	98 - 98 -	8008-0	8.8	10.05	18 R	98 (R	8	1008	18 - 80 	8 B	86.8	198 B	9308	Ш.	1008	8 83	8 18	S. 1998	38.3	6 1003	St 1870	- 38	83 - KODE -	🐼 Niveau du sol
141	H yn	25 1012 20 25 1012 20	A 10.4	ш	100	82 53 83 50	53 - 75 - 54 - 76 -	5000 S	a 22 3 10	1000	2.0	01 50 01 01	1.00	1000	80 - 60 28 - 60	त्व छ। जन्म		200 - 6 204 - 7	0.000	14	00.0	a 22	2.02	15 653	-	52 5334 53 5035	15 600	- 20	50 5005 50 5005	Ita Plan de dessin
		0.001.0	3.33	ш	2.2	8.8	9.9	1981 I	• •	138	5.5	S. 6	1.8	.38	• •	8.8	1 8 1	88. 8			2008	2 63	2.13	9 9 <b>1</b>		3 232	9.98	1.5	8.38	
T B	5 P+	8 83 8	81.603	ш	19.33	8.8	38 - 88 - 14	1000	8.99	1000	8.8	89 (8 	- 89	-258	8.6	64 68 14 14			0 8339 I	88	1001		9 8 	8 833		6 - 1068 	8 83	- 15	83 - 838 Al - 1938	X = 0.00  m Y = 2.70  m
.*.	14 0	2.04.0	2.24	ш	1. 8	9 N	8.8				8.8		1		8 B	8, 8	1.5	81.5		0.0	989) -	0.00	1.12	1.101		2.22	9 P.	82	2.53	Z = 0.00 m
NU 3	nx	25, 1022, 26	20 603	ш	34 - 96	20, 43	a w	1222 1	1. 7	603	8.8	35 B	191	- 7	SE 135	55 BE	18.4	84 8	( 205 )	2.15	1007	96 223	5 55	NE 1853		10.000	25, 522	- 56	20 60325	Représentation
87		25 833 80	32 532	ш	3 8	対対	38-98- 	1000	2 32 	1988	8.8				88	88 98. 14 14	100 1	88 8 	( 1893 ) 	2.15	6333 - 1	8 38 	3.22	98 - 638 1 1 4		12 1534 N 1414	75 833	8	32 5935 to trace	
ŭŏ š	1. S.	2.12.2	0.100	ш	3. S	8.8	8.8	985. I	9.9	132	8.8	5. 5	18		8 Q	8.9	181	38 S	1991	8.8	1998	9.93	5.6	8 ISI		8 239	8.98	2	8.88	123 23 23
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	Fe Ka	8,803,8	83 1028	ш	19 B	8.8	8 K	10.01	8 83	10.08	8.8	68 (B	8	-0.8	35 K	68 (B		108 H	8338-1	8.8	1001	8.85	8.8	8 8.5		60 FOOR	H 183	35	35 10.0	
	S. (	2.02.2	2.2.2		23.20	40 KG	्य ह	2507 3	9 83	10038	20.8	27 .23	2.92	1098		2.8	1911	21.1				2.2	1.8	1.15	8		9.00	82		I I I I I I I I I I I I I I I I I I I
<u>.</u>	1 0-	52 ROS 56	25 - 225	-	_	_			_		_	_	_	-	9 B	54 - 54	8.	82 3	( 285 )	1. 12	688	96 - 26	5 33	12 TU		a 233	18 - 1935 19	36	30 880 ₁₃	
~ ~		25 235 8 	20.036	88	35 8	20.02	3 8	1000	8 93 • •	1935	8.8	89 88 		1	3.67	18 - 16 14 - 14	8.	88 8	0.005.0	1.1	8353	8, 38	8.33	A 838		10.000	15 233	- 83	20.535	Grandeur
The -	Te 🛛	0.001.0	0.00	8.8	8 S	8.8	N 8	161.1	9 19	131	8.8	6 6	12	8	S 8	5.6	1 8 1	31 S	1981	8.8	988 -	2.23	5.6	7 ISI		8.89	2.18	3	0.131	Police 30 🚖
- target		8, 803, 30	8.633	8, 8	108-38	8 8	98 - 98	8038-8	8 8	10.08	18 8	98 (B	- 83	-	98 - 88	(8 (8	- 35.8	208 34	8308-1	8.8	8008	8.83	8.18	81,800	1	6 600	80,800	38	8.638	Symboles 10 🚖
-E)		0.02.0	0.53	8.8	12 B	9.5	0.0		9.9	52	8.8		19		2.1	2.8	181	81.2		8.8		2.9	18	1 10		9 50	1 IX	82	9.53	
4		2,233,37	20, 2020	8.8	84 SF	35 33	8 B	035.3	5.20	102	8.8	5 X	19	-	9 S	38 BC	12.1	83 3	( 1995 )	2.12	632	8 22	5.33	8 83		20.233	12 1233	33	30 <b>3</b> 832	Charges 10 🚖
		8.803.8	83 1028	8.8	104 HS	8.8	ж. ж.	1001	8 89	10.52	3.8	SF 83	- 89	8	10 K	69 BB		108 H	8338	8.8	1001	8.85	8.8	8 8.5	5. S	8 1008	8 83	35	35 10.5	Résultats 5 🚖
		2.03.0	2.2.3	8.8	81 S	9.3	Q Q.	181	1.1	131	8.8				5. 20	8. 8	0.22.3	0.2 9	5 - 8852 - 1	5.92	2018	S. 88	8.84	22 225		2.23	8.18	- 53	8 (Siz	
		8,839,8	8.63	96 - 86	235-32	8.6	98 - 98	8008-0	8 23	1078	8.8	84-53	- 83	•	98 - 88	98 (S	- SE #	208 - 38	8335-3	8.8	1003	8.83	8.98	S. 200	S 3	8 600	96 R.S.	38	6.63	Affichez groupes
		0.00.0	8.33	38	0.0	83	8.8		5 2		88				8.8	8 N	81			5.5			18	3 (B)	100	1.00	3 M	18,	0.00	Aucun
		8 83 9	25 833	8 8	84-96	36 R)	9 W	635.3	s 33	183	9 B	84 B	- 25	- 22	56 - 65	54 BK	81	87 8	( 202.)	10 N	637	97 D.S	5.35	N 833	83	85 R.(R)	10 ISS	- 21		and and
		8, 853, 35	8.68	8.8	108 HS	8.8	8 B	30.01 1	8 8	10.8	8.8	SE 18	- 83	10.2	15 18	8 8	8.8	53E 3	8338-1	8.8	868	8.8	8.8	8, 809	8.8	8.08	8 83	- 26	-×	
1		100 m.04 d.	20.202	22. Q.	012 (Å.	20. 22	18. 2	202	26 - 184 	20.8	S. 2.		1 200	20.8	CS - 14	52 S.S.		0.00		ab.	200		2.13	22. 3.13	- CC - 7		22. 3.5			
1																														115

Dans la barre d'outils à droite de la fenêtre modèle, sélectionnez un rendu

modèle de surfaces afin de représenter la plaque ainsi que l'ensemble des lignes et points de construction. Dans la figure ci-dessous, la trame est rendue invisible afin de ne pas compromettre la lisibilité du dessin.



### Etape 8: Modifier les caractéristiques de la plaque

La plaque a une épaisseur standard de 20 cm. Double-cliquez sur cette plaque et modifiez l'épaisseur en 30cm dans la boîte de dialogue.

Diamonds - [Fenêtre 1 (n	Propriétés de la plague numéro: 1
Fichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aide	
Image: Section of the sectio	Profil
N. X	
	Forme épaisseur (e) 300,0 mm
Slab 0.20 -	
夕照 建	
+ ² 8, ³ P+1 ★ 1/2 ↔	
NA 27 92	
Enrobages d	lans béton
ي الله الله الله الله الله الله الله الل	
Armatures X' (Y' < 0) (2) 35,0	
Image: Armatures Z' (Y' > 0) (3)         35,0	
Armatures Z' (Y' < 0) (4) 35,0	
Aide	
	Aige <u>A</u> nnuler <u>QK</u>

Contrôlez aussi l'enrobage de l'armature longitudinale. Cliquez sur Enrobages et acceptez l'enrobage standard de 35mm. Confirmez deux fois par 'OK'.

### Etape 9: Définir le niveau du sol

Comme nous utilisons des couches de sol, nous devons fixer le niveau du sol. Ajustez la position de la surface à 0,0m.

9	Diamonds - [Fenêtre 1 (m)]	- 0 ×
Sélection Vue Sélection	Montrer Analyser Options Fenétres Aide	- 8 ×
D 📽 📕 🖪 🚳 🕅 🗠 🖉	~    時明田	
😨 📴 🗮 🔀 Fenêtre 1	<ul> <li>I Configuration utilisateur</li> <li>         ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・</li></ul>	
▶, ×		Niveau actif
	Į→X.	2.70 m
	Niveau du sol	Gestion étages
×	Position	🐺 Niveau du sol
(Y m )£ 		V = 0.00 m
τ ² R, J I ² +:		Y = 2.70 m Z = 0.00 m
<u>Nid 2/1 / 25</u>		Représentation
m s' m		D 40
		Grandeur
The m the		Symboles 10 1
<u> </u>	Aide <u>Annuler</u>	Charges 10 🗢
		Résultats 5 🜲
		Affichez groupes
		Aucun 💌
	۲×	
		11.

Etape 10: Définir les caractéristiques du sol

Sélectionnez la plaque et cliquez sur

- Le déplacement X et Z est possible mais ne doit pas vous gêner, puisque aucune contrainte horizontale n'agira quand même sur la plaque de fondation.
- Indiquez que vous voulez utiliser les couches de sol paramétrées dans le sens Y.



Cliquez sur dans la boîte de dialogue pour ouvrir un profil de couches de sol. Vous créerez un nouveau profil de couches de sol au moyen du bouton Ajout profil couche de sol. Indiquez que les paramètres des couches de sol ont été obtenus par un essai au pénétromètre statique (CPT) et notez que la nappe phréatique est située 1 mètre sous le niveau du sol.

9	Diamonds - [Fenètre 1 (m)]     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -     -			
Eichier Edition Vue Selection	Montrer Analyser Options Fenettres Aige	- 6 ×		
🛞 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1	Profil couche de sol – 🗠 🔨	×		
▶, ×	Profi 1			
	Supprimer profil couche de sol			
	Paramètres de sol de			
	C pressionètre de Ménard			
	Niveau de l'eau par rapport au niveau initial du sol 1,00 m			
// ™	Couches de sol sous le niveau initial du sol			
τ R ₊ ) Γ''Ι δŤα 1/4 ⊙	🔽 Couche inférieure continue dans l'infini			
	≂,록 Ajouter couche 😂 Importer des couches			
	KE Supprimer couche			
in si l-1				
The mult				
		<u>Annuler</u> <u>QK</u>		
	Annuler QK	ŗ× stort stort		

Nous définissons ensuite les différentes couches de sol et nous commençons par la couche de sol située juste sous le niveau du sol. Cliquez sur Ajouter couche et notez dans la fenêtre suivante l'épaisseur de la couche, les constantes de compressibilités *C* et *A*, et le poids volumique sec  $\gamma_s$  et humide  $\gamma_h$  de la première couche de sol.



Confirmez par 'OK' et répétez la même procédure pour ajouter les autres couches de sol. Toutes les couches de sol définies sont représentées impeccablement l'une en-dessous de l'autre.

<del>9</del>	[	Diamonds - [Fenêtre 1 (m	)]	- 🗆 🗙
Eichier Edition Vue Selection M	<u>Montrer Analyser Options Fen</u> êtres	, Ai <u>d</u> e		- 6 ×
		1 X & 6   % = 0 %		
😨 🗟 🖷 🔀 Fenêtre 1	<b>*</b>	Profil couche d	le sol 🕂 🕂 🗕 🗖	X
N, X	Profile 1		Aiout profil couche de sol	
	1		Supprimer profil couche de so	
A				kN/m ³
	Parametres de sol de	CDT)		
	C pressionètre de Ménard	_P1)		
	Niveau de l'eau par rapport au niv	veau initial du sol 1.00 r	m	
1 (2 H) (2 )	Couches de sel sous la sinesu isit	,,		
_₽ л в⊉ ₽-1	Couches de soi sous le niveau init	lai du sol		
NT + 12	I✓ Couche inférieure contin	ue dans l'infini		
HT 🌮 🎝	Ajouter couche	Importer des	couches	kN/m³
and the star	₩ <u>E</u> Supprimer couche	Exporter des	couches	• II
	épaisseur (m) C	A OCR CC (%)	γ -sec (kg/m³) γ -humide (kg/m³)	
	1.00 120.0	180.0 1.0 0.0	1600.0 2000.0	
the m Ile	3.00 350.0	525.0 1.0 0.0	1600.0 2000.0	
E,	4.00 260.0	510.0 1.0 0.0	1600.0 2000.0	
	10.00 340.0	510.0 1.0 0.0	1600.0 2000.0	
	Aide		<u>A</u> nnuler <u>O</u> K	<u>Annuler</u> <u>Q</u> K
				Z

Comme nous voulons aussi utiliser ces couches de sol dans un projet ultérieur, nous cliquons sur le bouton Exporter des couches. Enregistrez le fichier texte reprenant toutes les données des couches de sol à un endroit que vous aurez désigné afin de pouvoir consulter à nouveau ce fichier par la suite.

Quittez maintenant toutes les boîtes de dialogue avec le bouton 'OK'. Vous reconnaissez que le profil de couches de sol a bien été attribué à la plaque de fondation au symbole figurant sur le centre de gravité de la plaque.



La géométrie de la structure est donc introduite.

## 3.3.2. Définition des charges

Etape 11: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône ^{III}, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

### 3.3.2.1. Créer les groupes de charges

Etape 12: Créer des groupes de charges

Avant d'introduire la moindre charge, il est important de définir les différents cas de charges dont vous avez besoin. Cliquez sur le bouton

 $v_{g'}$  de la palette de la fenêtre 'Charges'. Si nécessaire, complétez la boîte de dialogue comme suit:

-		Dian	nonds	- Betor	VB3.bs	f - [Fend	être 1 -	permar	nente la	sten -	(kN, kNr	n, mm,	kN/m, kNm/m, kN	/m², °C)]		- 🗆 🗙
Ŷ	<u>F</u> ichi	er <u>E</u> dition <u>V</u> ue <u>S</u> élection	Mont	rer <u>A</u> nal	yser <u>O</u> p	otions F	e <u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e								_ & ×
E	) 🖻	🖬 🖪 🖉 🔊	~ [ ]	HHA	7   III	Tii		X Ke	9 8	ш 9	Fe∦ ⊐∕	=	■ ┝9			
	65	🖷 🔀 🛛 Fenêtre 1	×		Charges				•	<b>R I</b>	0	南  :	5 (*) Q Q 📰		R 🕂	
y	y,	4H 🖗														Niveau actif
Þ	erman	ente las 🔻														
1			11111	11111	11111											A 0.00 m
1	n 1	ø – 1993														
-							(	Group	es de o	harge	s					×
Г											_		,			
L	Coef	ficients de charges pour		EN 1990		•		•	Classe	de consé	quence	2 🚖		Classe de	e servic 1	•
IL									Durée	d'utilisatio	on	50 🚖	années			
	Ajo	uter groupe de charges	Insér	er group	e de cha	arges			Supp	orimer gr	oupe de	charges		Pli	usieurs cas	par groupe 🥅
		Nom groupe de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$ -	$\gamma_{\rm els+}$	ψ ₀	$\psi_1$	ψ ₂	φ	ξ	to	Combinaisson pour la fissuration	k _{mod}	Charge	Action
	✓	Poids propre	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		perm	—	<u>+++</u>
	✓	charges permanentes	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0		perm	-	<u>+++</u>
	✓	charges d'expl. A : hab	1,50	0,00	1,00	0,00	0,70	0,50	0,30	1,00	1,00	0		terme	—	<u>+++</u>
	Grou	upes de charges incompatib	les	Gro	oupes de	charges	liés		C	ombiner (	groupes	de charç	es Dégroupe	groupes (	de charges	
		Aide												Ann	uler	<u>O</u> K

Fermez la boîte de dialogue par 'OK'.

### **3.3.2.2. Introduire les groupes de charges**

Maintenant que les groupes de charges sont définis, nous pouvons attribuer des charges à la structure.

Etape 13: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le **poids propre** est calculé automatiquement et ne peut pas être modifié.
- Dans le menu déroulant de la palette 'Charges', sélectionnez le groupe de charges 'Charges permanentes'.
  - Sélectionnez toutes les lignes, à l'exception des bords de la

fondation, et cliquez sur le bouton 4 de la palette. Notez une charge uniformément répartie de 85kN/m.

🧇 Diamonds - BetonVB3.bsf - [Fenêtre	21 - permanente lasten - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m², °C)] – 🗖 🗙
Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fené	tres Ai <u>d</u> e
	圖光發  ◎□□  ◎□  ◎□   ■  ●   ●
😨 🗟 🧮 🛛 Fenêtre 1 💽 Charges	- M - M - M - M + A + A Q Q M A ■ R R D   0 N   5
y ^y , mi o	Niveau actif
permanente las V	Force sur une ligne 🛛 🎽
18 1	
+ + <del></del> -	
	valeur début 85,0 kN/m de de sin
₽.₽	valeur fin 85,0 kN/m
- Température	Longueur barre = 15.00 m (première barre sélectionnée)
v Neige	longueur de l'élément abusique = 15.00 m (gramière barre sélectionnée)
v Sismique	
v Dynamique     Mobile	distance du début 0,00 m
	distance de la fin 0,00 m
	🔲 valeurs et distances liés à l'élément physique
	<b> _</b>
	Aide Annuler OK 🛃
	Affichez groupes
	Aucun

- Confirmez avec le bouton 'OK'. Les charges sont maintenant représentées dans la fenêtre modèle.
- o Sélectionnez ensuite les deux points en haut à gauche et

cliquez sur ⁺. Définissez sur ces points une charge ponctuelle de 600kN.



- o Cliquez sur 'OK'.
- Répétez cette opération afin d'appliquer également une charge permanente de 60kN aux autres points.

 Définissez enfin la charge permanente qui agit directement sur la plaque de fondation. Sélectionnez la plaque de fondation et

cliquez sur ²⁹. Notez une charge uniformément répartie de 3kN/m².

Nous définissons ci-dessous la charge permanente en vue en perspective. Vous remarquerez que chaque type de charge est représenté dans une autre couleur. Si vous désirez la même configuration, sélectionnez l'instruction 'Configuration fenêtre...' dans le menu 'Afficher' ou cliquez sur 1. Une boîte de dialogue contenant tous les paramètres de la configuration 'Charges' est invoquée. Sélectionnez l'onglet 'Charges' et définissez une couleur différente pour chaque type de charge en cliquant avec votre souris sur le champ de couleur souhaité. Notez aussi que vous pouvez imposer un autre facteur d'échelle pour chaque type de charge. Dans le rendu ci-dessous, p.ex., les charges ponctuelles seront représentées plus grandes que les charges uniformément réparties.



Cliquez sur le bouton Enregistrer config. actuelle pour enregistrer les paramètres actuels. Confirmez que vous souhaitez remplacer la configuration active et fermez cette boîte de dialogue par 'OK'. Si la représentation des charges est globalement trop petite, modifiez la taille dans la palette 'Taille' du côté droit de la fenêtre plutôt (voyez §2.2) que de changer ici la taille des différents charges.

- Dans le menu déroulant de la palette 'Charges', nous sélectionnons maintenant le groupe de charges 'Charges d'exploitation A'.
  - Nous définissons de la même façon à la base de chaque mur une ligne de charge répartie de 10kN/m.
  - Nous mettons aussi une charge concentrée de 100kN dans les deux points en haut à gauche en raison de la charge transférée par les colonnes du bâtiment principal.
  - En outre, il y a encore une charge répartie de 2kN/m² qui agit sur la plaque de fondation.

Nous représentons ci-dessous la charge variable en vue en perspective.



### 3.3.2.3. Faire des combinaisons

### Etape 14: Faire des combinaisons

Générer des combinaisons 🛗 comme décrites dans §3.1.3.3.

## 3.3.3. Calcul du maillage

Etape 15: Générer le maillage

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.2.4.

### Etape 16: Contrôle du maillage

Une fois que le réseau d'éléments est généré, nous faisons apparaître le maillage avec . Le modèle se présente maintenant comme suit en vue du haut:



Aucune irrégularité ne saute aux yeux: le réseau garantit un bon résultat.

## 3.3.4. L'analyse élastique globale

### Etape 17: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Analyse élastique'. Vous pouvez aussi débuter directement l'analyse en utilisant la touche de fonction **F9** ou l'icône dans la barre d'icônes. La boîte de dialogue suivante s'affiche:

Diamonds - BetonVB3.bsf - [Fenêtre 1 - permanente lasten - (kN, kNm, mm, kN/m, kN/m, kN/m ² , °C)]	- 🗆 🗙
🧐 Eichier Edition Vue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aide	- 8 ×
😨 🗟 🕾 🗵 Fenêtre 1 🔄 🚺 Charges 🗾 🍘 🖂 🔯 🏚 🖑 🔍 🔍 🖉 🖉	
$y_{\sigma}^{\gamma}$ $\frac{d^{1}}{dm}$ $\overset{\circ}{\sim}$	Niveau actif
permanente las  Paramètres de l'analyse	× Anth to on m
Structurel Sol Dynamique	
Analyse	Gestion étages
(Calcul ordre 1	🐼 Niveau du sol
	🚊 Plan de dessin
	X = 0.00 m
Température     O,01     %	Z = 0.00 m
Nombre maximal d'iterations pour second ordre: 10	Représentation
Vent Nombre maximal d'itérations pour non-linéarités: 50	***
· Dynamique	500 50
Imperfections globales	Grandeur
▼ Assemblages	
▼ Fissuration du béton	Symboles 15 호
	Charges 15
	Résultats 15
Aige <u>Annuler</u> < Precedent Sulvant > <u>OK</u>	Affichez groupes
	Aucun
	ZX STATE
	1

Nous choisissons une analyse du premier ordre et nous confirmons par 'OK'.

Nous ne connaissons pas encore l'assise précise. La première étape du calcul du modèle consiste donc à déterminer un tracé correct de l'assise élastique sur base des données produites par le sondage et d'une combinaison adéquate de charges. Mais il faut encore définir plusieurs paramètres.

♥ Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetices Aige         □ ☞       ■ ③ ⑤       ♥ ○       □ □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □ □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □<
□ ☞ ■ 집 ● ♥   ♀ ♀   田田田田 III   III   図 ■ 光 な & 密 正 ⊕ ⊗ ☆     ▶ ■ ゆ ◎ ⑤ ● ∞ Fenêtre 1 ▼   I   Charges ▼ ● ● ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ● ◎ @ ●   ●   ●   ●   ●   ●   ●   ●   ●   ●
V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V     V
y ^y _g <u>fin</u> ⊗ foundation <u></u>
foundation v
permanente lac 💌
Paramètres de l'analyse
Zhu T' Structurel Sol Dynamique
Niveau de la fondation la plus haut0 m
Niveau avant excavation 0 m
X = 0.00m Y = 0.00m
Température Cas de charge / combinaison de référence ELS QP 1      Z = 0.00 m      Z = 0.00 m
Vege Résolution verticale pour le calcul des contraintes 0,6 m
Saniga
Vontre maximal d'itérations 2
Franker .
Aide Annuler < Précédent Suivant > OK Polce 25 €
Symboles 15
Charges 15 🕁
Résultats 15 🕁
Affichez groupes
Aucun
2

Les paramètres du **deuxième onglet** de cette boîte de dialogue sont relatifs aux caractéristiques du sol et du terrain.

- Diamonds vous donne le niveau de la fondation la plus haute à laquelle un profil de couches de sol a été attribué. Dans cet exemple, nous avons défini une seule plaque de fondation dans le plan Y = 0 (niveau "fondation").
- Nous supposons, en outre, dans cet exemple qu'il n'y a pas eu d'excavation, si bien que le niveau du sol se situe à Y = 0. Comme le niveau du sol et la naissance de la fondation coïncident, il est inutile de prendre en compte une charge de terrain.
- Ensuite, sélectionnez dans le menu déroulant la combinaison de charges sur base de laquelle vous souhaitez calculer l'assise. Comme, dans ce cas, le plus grand tassement sera obtenu pour la première combinaison de charges quasi-permanente, nous sélectionnons 'ELS QP1" dans la liste.
- La résolution en profondeur détermine l'épaisseur des couches successives Δh qui seront prises en considération pendant le calcul du tassement. Diamonds règle la résolution sur la dimension maximale choisie pour les éléments triangulaires. Pour une résolution de 60 cm, le tassement sera évalué tous les 60 cm. Si vous disposez d'un profil de couches de sol avec valeurs C tous les 20cm, 3 couches seront regroupées à chaque fois sous la forme d'une valeur C moyenne.
- Enfin, nous fixons le nombre maximum d'itérations à 2.

Une fois que tous les paramètres sont remplis, nous poursuivons le calcul via le bouton 'OK'.



Une boîte de dialogue vous montre l'avancement du calcul. Une fois que le tracé de l'assise élastique est calculé, l'analyse élastique proprement dite sera exécutée.

### Etape 18: Passer à la configuration 'Résultats'

Pour visualiser les résultats du calcul sous forme graphique, cliquez sur l'icône 🖻 en haut dans la barre d'icônes ou sélectionnez la configuration 'Résultats' dans le menu déroulant voisin.

1	Charges 💌	R	L11	Ж	-
] '	Géométrie Charges				
	Résultats Maillage				

Nous sommes avant tout intéressés par les tassements de la plaque de fondation.

- Dans la palette 'Résultats', cliquez sur le bouton for pour examiner les déformations.
- Sélectionnez les déplacements verticaux  $\delta_y$  suivant l'axe global y.
- La combinaison 'ELS QP Enveloppante min' vous montre en chaque point les plus grandes flexions (élastiques) vers le bas dans toutes les combinaisons quasi-permanentes.
- La figure ci-dessous est représentée en modèle filaire ⁴ et on a choisi une vue du haut.



C'est évidemment le bâtiment principal qui subira le plus grand tassement.

Nous sommes également intéressés par les réactions du sol.

- Dans la palette, cliquez sur le bouton for pour examiner les réactions.
- Sélectionnez les réactions verticales de la plaque R_Y suivant l'axe global Y.
- Nous choisissons l'enveloppante 'ELS CR min'.



Les réactions vers le haut sont toujours calculées positivement. Etant donné que toute la plaque subit un déplacement vers le bas, chaque petit ressort de l'assise sera comprimé. En d'autres termes, nous obtenons la plus grande réaction quand nous choisissons l'enveloppante supérieure (max) des combinaisons rares présentes. Les plus grandes contraintes de sol se concentrent aux angles des plaques.

## 3.3.5. Calcul de l'armature

Etape 19: Choix de la norme béton

Sélectionnez maintenant l'instruction du menu 'Analyser – Norme béton...' et indiquez que vous voulez calculer l'armature conformément à la norme européenne EN 1992-1-1 [--]. Nous ne faisons pas appel à une annexe nationale.

### Etape 20: Calcul de l'armature

Sélectionnez ensuite l'instruction 'Analyser – Calcul armature' dans le menu, appuyez sur **F2** ou cliquez sur le bouton ^{Sen} dans la barre d'outils. Une boîte de dialogue qui vous montre l'avancement du calcul s'affiche.

### Etape 21: Examiner les résultats

Une fois que le calcul se termine, le bouton des est activé dans la palette 'Résultats' pour représenter les résultats de l'armature.

Sélectionnez, p.ex.; l'armature longitudinale  $A_{zi}$ ; elle correspond à l'armature inférieure de la plaque de fondation, parallèle à l'axe local z'. Comme on peut s'y attendre, l'armature inférieure se situe sous les colonnes du bâtiment principal.



Par ailleurs, nous trouvons la plus grande armature supérieure dans les champs compris entre les parois et les colonnes. Visualisons ci-dessous l'armature supérieure parallèlement à l'axe local z'.



L'armature de pic sous les colonnes découle probablement du calcul de contrôle en ELS. A cet endroit une armature de compression supplémentaire sera prévue afin de limiter les contraintes en compression en ELS QP et ELS CR.

A titre d'exemple, éliminons un peu le contrôle de contrainte en ELS.

- Sélectionnez dans le menu l'instruction 'Modifier Bibliothèque des matériaux...'.
- Dans la colonne de gauche, sélectionnez le matériau 'Béton C25/30'.
- Cliquez ensuite sur le bouton ^{Copier}. Nous créons un matériau défini par l'utilisateur dont nous pouvons modifier les caractéristiques.
- Cliquez sur le bouton Paramètres avancés
- Sélectionnez la norme 'Eurocode 2: EN 1992-1-1 [--]'.
- Dans l'onglet 'Béton', indiquez qu'il ne faut pas imposer de contrainte maximale autorisée pour le béton en ELS QP et ELS CR, en décochant les cases correspondantes.

	-
Chercher  Euroquimica Paints [2200] Euroquimica Paints [2300] Euroquimica Paints [2400] Euroquimica Paints [2600] Euroquimica Paints [2600] Euroquimica Paints [2600] Euroquimica Paints [2800] Euroquimica Paints [2800] Euroquimica Paints [3000] Euroquimica Paints [3000] Euroquimica Paints [3100] Europuimica Paints [3100] Europuim	Nom       C25/30(1)         Type matériau       béton         Propriétés mécaniques       Propriétés thermiques         Avancé       IV         Éton       Armatures         Résistance de compression fck       25.0         Contrainte traction fct       2.6         V       1.5         Coefficient de fluage O(t, to) pour limitation des corf 1.4       Im n = 15         Coefficient de fluage O(t, to) pour déformation       2.0         Compression max. permise pour combinaisons rares       Ison 0.6 fck         Compression max. permise pour combinaisons quasi-permanentes       0.45 fck         11.3       N/mm ² après fluage

Fermez les deux boîtes de dialogue par 'OK'.

Attribuez ce matériau défini par vous-même à la plaque au moyen du bouton dans la configuration Géométrie.

Reprenez l'analyse élastique  $\blacksquare$  et le calcul de l'armature  $\stackrel{&}{\&}$ . Vous obtenez ainsi le résultat suivant pour  $A_{zs}$ :



Il en découle qu'en ELU, on ne trouve aucune armature supérieure sous les colonnes, ce qui prouve que l'armature supérieure trouvée dans le calcul réalisé auparavant provenait du contrôle de contrainte dans les étals limites de service.

Pour la suite de l'exercice, supprimez les modifications effectuées.

## 3.3.6. Calcul de la flèche fissurée

Etape 22: Attribuer une armature pratique

Nous dotons la plaque de fondation d'un treillis d'armature pratique.

- Passez à la configuration 'Résultats'.
- Veillez à ce que les résultats de l'armature des plaques soient visibles.
- Double-cliquez sur la plaque de fondation et complétez la boîte de dialogue comme suit (un treillis de Ø8 tous les 150mm):



Confirmez par 'OK'.

### Etape 23: Calculer la flèche fissurée

Dans le menu, sélectionnez l'instruction "Analyser – Flèche fissurée" ou cliquez sur le bouton  $\frac{1}{213}$  dans la barre d'outils en haut de la fenêtre modèle. Acceptez la valeur proposée pour  $\beta$  et effectuez un calcul après fluage.

```
Etape 24: Examiner les résultats
```

Une fois le calcul terminé, cliquez sur le bouton  $\int \delta dans$  la palette 'Résultats' et sélectionnez les déplacements verticaux  $\delta_y$  pour exprimer la flèche fissurée.



Nous montrons à nouveau la flèche sous la combinaison 'ELS QP'.

Le tassement a peu augmenté par rapport à la déformation élastique. Toutefois, le plus grand tassement ne se produit pas uniquement sur les bords de la plaque de fondation mais aussi, cette fois, dans la zone où la plaque soutient les deux colonnes centrales.

Si nous évaluons la fissuration dans la plaque, nous pourrons comprendre

l'augmentation du tassement dans cette zone. Cliquez sur le bouton dans la palette et sélectionnez la largeur de fissuration  $w_{k,j}$  pour exprimer la largeur de fissuration dans le bas de la plaque de fondation. Comme la fissuration de la section est toujours évaluée dans les combinaisons rares présentes, nous optons pour l'enveloppante 'ELS CR max' dans le menu déroulant.



Effectivement, la plaque de fondation présente une importante fissuration sous les colonnes centrales. La rigidité de la plaque va donc diminuer dans cette zone, ce qui explique l'augmentation du tassement.

Remarque: Ce modèle va encore être étoffé au §3.4. Cela vaut donc la peine d'enregistrer ce fichier.

# 3.4. Exemple 4: Extension à un ouvrage 3D avec murs porteurs en maçonnerie

Licences requises	✓ Barres 2D	✓ Barres 3D	
	✓ Dalles 2D	✓ Plaques 2D	✓ Plaques 3D
	✓ Dimensionnem	Dimensionnement béton	

Au lieu de calculer séparément la dalle de plancher et la fondation, on peut choisir d'introduire le bâtiment dans sa totalité. Alors que, dans le premier cas, vous avez formulé des hypothèses simples concernant la descente de charges vers la fondation, on tiendra compte, cette fois, des rigidités réelles des parois et colonnes d'appui, et la descente de charges se fera 'automatiquement'. Une différence de rigidité des appuis ainsi que le tassement différentiel de la fondation peuvent rendre le schéma de flexion réel et les résultats d'armature en résultant différents d'un modèle 2D simplifié.



Le fait qu'il s'agisse d'un bâtiment classique composé de quelques étages permet d'appliquer le concept d'étage en Diamonds avec les fonctionnalités qui y sont liées. Nous rappelons que la hauteur d'étage du rez-de-chaussée est de 3,2m. Tous les autres étages ont une hauteur de 2,8m.

Pour ne pas perdre de temps à redéfinir le plancher d'étage, nous partirons de la dalle de plancher 2D calculée au §3.1. Le modèle va être construit en différentes étapes.

- 1. Avant tout, nous étendrons le modèle 2D pour en faire un étage à part entière. En d'autres termes, nous supprimerons tous les appuis rigides et nous les remplacerons par des parois et des colonnes à rigidité finie.
- 2. Ensuite, nous copierons cet étage, soit au moyen de la fonction de translation soit à l'aide de la fonction 'Gestion de niveau' selon qu'il faut copier uniquement une partie de l'étage ou l'étage entier.
- 3. Enfin, nous définirons la plaque de fondation avec l'assise correspondante.

Toutes les parois ont été montées en maçonnerie dont vous retrouvez les caractéristiques élastiques dans le tableau ci-dessous.

Ε	6170 N/mm ²		
ν	0,15		
α	0,000008 /°C		
ρ	1700 kg/m ³		

Les colonnes ont été exécutées en béton armé C25/30 et ont une section circulaire de 300mm de diamètre.

Une fois que la géométrie du modèle a été complétée et que les charges pesant sur la dalle de toiture et la fondation ont été adaptées, nous calculons toute la structure. Nous allons parcourir brièvement quelques résultats.

## 3.4.1. Définition de la structure

### Etape 1: Ouvrir le projet du §3.1

Ouvrez le fichier du §3.2 via l'instruction du menu 'Fichier – Ouvrir' ou cliquez sur 🖆. Cliquez ensuite sur l'icône 🖗 dans la barre d'icônes afin de mettre à l'avant-plan la configuration 'Géométrie' avec la palette correspondante. La dalle de plancher est représentée avec les informations modèle suivantes:


Cette plaque est normalement dessinée dans le plan de dessin horizontal Y=2,7m. Ce plan de dessin correspond à 'étage 1' du Gestionnaire d'étage. Vous pouvez vérifier qu'une plaque fait bien partie de tel étage en double-cliquant sur la plaque. Tout en bas, vous découvrez à quel étage appartient l'élément sélectionné.



Remarque: Si vous avez dessiné la plaque dans un autre plan horizontal au §3.1, commencez par sélectionner la plaque entière et transférez-la au niveau souhaité (Y= 2,7m) via la fonction  $\vec{r}^{T}$ .

### Etape 2: Adapter la gestion de niveau

La hauteur d'étage du rez-de-chaussée est toutefois de 3,20m. Par conséquent, nous devons commencer par adapter le niveau du premier étage. Cliquez à cet effet sur le bouton **F** Gestion étages dans la palette de droite de la fenêtre modèle La boîte de dialogue suivante s'affiche:

🥹 Diamonds - BetonVB2.bsf - [Venster 1 (m)] 🗕 🗖 🗙							
🥗 Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige							
9 単 司   9 ~   田田三三   11   12   20 2 2 3 4 2 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 3 1							
🗑 👼 🔀 Venster 1 💽 🚺	Configuration utilisateur	📾 🖽 🔜 🔄 🏦 🖕 🥙 🗨 🧐	2 11 /   • • • • • • • • • • •				
K X BAAAAA			Niveau actif				
	3 2 2 2 2 2	<u>B</u> <u>B</u> <u>P</u>					
	Gestion ét	tages 🛛 🗙	1 2.70 m				
		-	2.70 m				
	Nouveau Diviser	Copier Supprimer	🛱 Gestion étages				
	- Houreau - Entitier		7777 Nivezu du col				
夕風 登上 🖁 👘	B Etage	fritter fritter	→ Plan de dessin				
-7.5 ₽÷			X = 0.00 m				
1. Ut (c)	🖉 🏷 Etage 1	2,70 m 2,70 m	Y = 2.70 m Z = 0.00 m				
	R A foodation	0.00 m 0.00 m	Représentation				
		0,00 m	\$ \$ \$				
R R II			Police 25 🜩				
			Symboles 15 🗢				
			Charges 15 🚖				
16 26 26 20 1	Aide	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K	Résultats 15 🚖				
40 59 59 59 5	•		Affichez groupes				
			Aucun 💌				
			· · · · ·				
			Z				

Vous trouvez ici une liste de tous les étages du projet. Jusqu'à présent, nous n'avons défini que deux niveaux: un niveau de fondation à 0,00m et un premier étage d'une hauteur d'étage de 2,70m. Sélectionnez maintenant ce dernier étage et éditez la hauteur d'étage. Modifiez la hauteur à 3,20m. Le niveau de l'étage s'adapte automatiquement.

🤪 Diamonds - BetonVB2.bsf - [Venster 1 (m)] – 🗖 🗙						
Eichier Edition Vue Selection Montrer A	nalyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e		- 8 X			
┃ □ ☞ ■   집 ● 項   ∽ ~    冊 冊	। 🖽 🛛 🖬 🖾 📾 🕱 🧞 ठ। 😤	▥◍▨◪▯╞฿฿				
😵 🐻 🚟 🛛 Venster 1 💽 🚺	Configuration utilisateur	\${ 🖻 🛛 🗟   🛊 🖕 🖑 Q Q (				
X			Niveau actif			
		<mark>19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 1</mark>				
			2.70 m			
	Gestion ét	ages 🛛 🗙	2.70 m			
			🛱 Gestion étages			
	Nouveau Diviser	Copier Supprimer	Niveau du sol			
夕風 建 , 🕱 👘			Plan de dessin			
₽ 85 PH	🧳 ⊳ Etage	friti friti	X = 0.00 m			
3. U A			Z = 0.00 m			
	🧳 ⊳ Etage 1	2,70 m 3,20	Représentation			
	1 is fondation	0,00 m 0,00 m	***			
m et in the state of the state		· · ·				
Ĩ. 2 (> 1 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 ×						
			Grandeur Police 25 🚖			
Ble h 410			Symboles 15 🗢			
<u> </u>	1		Charges 15 1			
			Résultats 15 🛋			
10 10 10 10 1	Ai <u>d</u> e	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K	Affichez groupes			
			Aucun 💌			
			· · · · <b>-x</b>			
	10 112 100 110 av 30 119		ż			

Remarque: Il est important de savoir ce que Diamonds comprend sous la dénomination 'étage'. Par 'étage', nous entendons la dalle de plancher avec les parois et les colonnes sous-jacentes. Cela peut causer un peu de confusion, puisque dans ce contexte, 'Etage 1' représente en fait le rezde-chaussée. Pour éviter toute confusion, nous renommerons l'étage 'Couverture rez-de-chaussée'.

🥹 Diamonds - BetonVB2.bsf - [Venster 1 (m)] – 🗖 💌						
🥮 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenétres Aige			_ <i>6</i> ×			
□ ☞ ■ 집 ● ◎ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	ゆ					
😨 🗟 🗮 🛛 Venster 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 💽 🚳 🖽 💹 🛃 🎄	* 9 9 9 1					
X > > > > > > > > > > > > > > > > > >	18 18 18 18	8 B	Niveau actif			
		S 22	Etage 1 💌			
Gestion étages	×	a a	2.70 m			
		N 94	. 2.70 m			
Nouveau Diviser Copier Supprint	ner	8 8	Gestion étages			
		12 R				
		1	Miveau du sol			
		<b>1</b> 02 03	X = 0.00  m			
P NUT THE REPORT OF A DECEMBER		8 8	Y = 2.70 m			
		N 12	Représentation			
Ø / ▶ fondation 0,00 m 0,00 m		8 8	AAA			
		8 8				
	E	]	🖓 🖤			
			. Grandeur			
			Police 25 🚖			
		at 15	Symboles 15 🚖			
		8 8	Charges 15			
Alde <u>Annuler</u>	ĸ	10 B	Résultats 15 🚖			
6 6 8 K	8	<b>]</b> a s	Affichez groupes			
		8 8	Aucun 💌			
********************						
			<u>Z</u>			

Fermez maintenant cette boîte de dialogue (cliquez sur 'OK' et vérifiez si les coordonnées des nœuds et le nom de l'étage ont bien été adaptés. Double-cliquez p.ex. sur un seul bouton:



Refermez la fenêtre par 'Annuler'.

# Etape 3: Remplacer des points et des lignes d'appui par des parois et des colonnes

Nous souhaitons maintenant remplacer tous les points et lignes d'appui par des parois et des colonnes.

Nous commençons par supprimer les appuis.

- Sélectionnez l'ensemble du modèle.
- Cliquez ensuite sur le bouton dans la palette 'Géométrie' et naviguez vers l'onglet "Lignes".
- Les petits cadenas 📠 du côté droit vous font remarquer que le déplacement X, Y et Z n'a pas été bloqué pour toutes les barres sélectionnées. Vous devez, par conséquent, commencer par ouvrir

ces cadenas is avant de pouvoir décocher les déplacements empêchés.

Image: Open set of the set of th	- 🗆 🗙
🤗 Eichier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aige	- 6 ×
	Niveau actif
	3.20 m
	. 3.20 m
₩ ₩ ×	Gestion étages
déplacement X rotation X	7777 Niuonu du eel
A M A A	Plan de dessin
ne réside pas à la traction ne réside pas à la compression	X = 0.00 m
déplacement Y rotation Y	Y = 3.20 m Z = 0.00 m
nin ±1 yok n h h h h h h h h h h h h h h h h h h	Représentation
IT C C C C C C C C C C C C C C C C C C C	888
🗰 👘 Tubre 🗸 🖻	A
The résiste pas à la traction	
	Grandeur
Image: Second secon	Symboles 15
👋 a s a c s s s · · · · · · · · · · · · · · · ·	Charges 15
	Résultats 15
Alge Anuler QK	Affichez groupes
	Aucun 💌
	X and the second
	16

Répétez cette opération en supprimant aussi dans l'onglet 'Points' les déplacements empêchés définis auparavant pour tous les nœuds. Cliquez sur 'OK'.

### **Etape 4: Dessiner les parois**

Cliquez ensuite sur le bouton dans la palette afin de commencer à dessiner les parois. Le dessin des parois s'effectue de la même façon que le dessin des lignes, à cette différence près qu'un plan (paroi) d'une hauteur égale à la hauteur de l'étage actif est immédiatement généré sous la ligne dessinée. Une fois que toutes les lignes auxquelles un appui de

ligne a été attribué ont été redessinées, cliquez à nouveau sur pour mettre fin à la fonction de dessin.

Sélectionnez une vue en perspective en bas à droite et découvrez les parois que vous venez de dessiner. La figure ci-dessous est reproduite depuis un point de vue situé plus bas.



### Etape 5: Modifier les caractéristiques des parois

Sélectionnez maintenant toutes les parois:

- Soit vous utilisez l'instruction du menu 'Sélectionner Plaques verticales',
- soit vous sélectionnez une seule paroi à l'aide du bouton gauche de la souris tout en maintenant la touche CTRL enfoncée. Ce mode de sélection est possible parce que toutes les parois définies via la

fonction partiennent elles aussi automatiquement à un type de design distinct.

Une fois la sélection effectuée, cliquez sur le bouton K dans la palette pour modifier l'épaisseur et le nom des parois. Nous ne modifierons pas le matériau pour l'instant.

Diamonds - BetonVB2.bs	:f - [Venster 1 (m)] □ ×
🍄 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenettres Aide	- <i>B</i> ×
│D☞ ■│Q,尋♡│∽○│冊冊冊│Ⅲ│ <b>№</b> │図圖≵≵≀ሪ│ॐ	Propriétés de la plague numéro: 4, 5, 6, 7
😨 🗟 🖷 🛛 Venster 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 👻	
Image: Second secon	Profil Nom Voile 190,0 Forme épaisseur (e) 190,0 mm Matériau Nom Béton C25/30 Enrobages
	Axes locaux       Angle dans plan xz local       0,0       orientation axe y local       2       2       Etage = Couverture rez-de chaussée       Aige         Angle

Remarque: Si le modèle devait déjà se composer de parois d'épaisseurs différentes, vous pouvez attribuer la bonne section de paroi pour les plaques sélectionnées par le menu déroulant dans la palette géométrie. Notez bien qu'alors, seules les caractéristiques de section (nom, type de plaque et épaisseur) seront attribuées à la paroi; par contre, le matériau fera toujours référence au matériau standard qui est indiqué dans la bibliothèque des matériaux.

### Etape 6: Extension de la bibliothèque des matériaux

Les parois sont jusqu'à présent encore érigées en béton. Comme la bibliothèque des matériaux ne contient pas encore de matériau possédant les caractéristiques de la maçonnerie, nous commençons par créer ce nouveau matériau:

 Ouvrez la bibliothèque des matériaux via l'instruction du menu 'Modifier – Bibliothèque des matériaux, …'. Cliquez en bas à gauche sur le bouton Ajouter nouveau.

🥹 Diamonds - BetonVB2.bsf - [V	'enster 1 (m)] – 🗆 🗙
Sichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	_ <i>6</i> ×
🗋 🗅 😅 👘 Annuler : modifier des plaques Ctrl+Z 🛛 🔢 🖉 🔛 🕅 🕱 🖼 🚷	ÐF%) I≓ II⊫ IIÐ
Refaire Shift+Cttl+Z figuration utilisateur 🖌 🕅 🖻	- 🗷 🖻 📫 🖕 🤭 Q. Q. 🛛 🥒 🖻 🖻 🖾 🖉 🗐 🖾 着
Copier vue Ctrl+C	Niveau actif
P Bibliothèque matériaux	Couterture rez-
Bibliothèque reillis Pibliothèque matér	iaux 📕 🕺 🛱 13.20 m
0 C T	3.20 m
Ranger 2	Matériau Alexandre da anterior da acestra da
Voile 190.0 Voile 190.0 Module d'e	
After S275 M Coefficien	acier 🖉 🕅 🕅 🕅 🕅
AT C TS T	béton X = 0.00 m
T R, J I + 1 Adier S600MC Coeff. Dila	Y = 3.20 m
Nin 2/1 / / / / / / / / / / / / / / / / / /	DOIS 2 = 0.00 m Représentation
유 Acier E 250 (Fe 410 W) B Type: acie ( •	non défini
# Ader E 250 (Fe 410 W) C	
Ajouter nouveau	<u>O</u> K
	Grandeur
De In II.	Police 25 文
Aida Mattra à jour	Symboles 15 🕏
	Annuel On Charges 15
	Résultats 15 文
	Affichez groupes
<b>▲</b>	

On vous demandera d'abord à quel type appartient le nouveau matériau. Le type de matériau est important pour le genre de contrôle normatif qui pourra être effectué après l'analyse élastique. La normalisation relative à la maçonnerie n'ayant pas été reprise dans Diamonds, aucun contrôle normatif complémentaire ne peut être réalisé pour ce matériau. Par conséquent, nous sélectionnons la quatrième option et nous cliquons sur 'OK'.

Le nouveau matériau a été enregistré dans la bibliothèque. Il nous reste encore à noter le nom et les caractéristiques élastiques du matériau.

Ranger 21       Propriétés élastiques       Propriétés thermiques         # Acier S235       ^       Nom       Maçonnerie         # Acier S275       ^       Module d'élasticité       6170       N/mm²         # Acier S355        Ocefficient de Poisson       0.2       N/mm²         # Acier S355 M        Ocefficient de Poisson       0.2       N/mm²         # Acier S355 M        Ocefficient de Poisson       0.2       N/mm²         # Acier S460 M        Densité       1700.0       kg/m³         # Acier S460MC        Type       C acier       C béton         # Acier E 165 (Fe 290)        Y       C       Siton	Bibliothèque matériaux					
# Acier S235       Nom       Maçonnerie         # Acier S275       Module d'élasticité       6170       N/mm²         # Acier S275 M       Module d'élasticité       6170       N/mm²         # Acier S275 M       Module transversal       2683       N/mm²         # Acier S460 M       Coefficient de Poisson       0.2       Module transversal       2683         # Acier S460 M       Densité       1700.0       kg/m³       Type       C acier         # Acier S600MC       Type       C acier       C béton       C béton	Ranger ⁴ ∠	Propriétés élastiques Propriétés thermiques				
C bois	# Acier S235         Magonnerie           # Acier S275         Acier S355           # Acier S275 M         # Acier S355 M           # Acier S460 M         # Acier S460 M           # Acier S460MC         # Acier S600MC           # Acier 165 (Fe 290)         # Acier 250 (Fe 410 W) A	Nom     Maçonnerie       Module d'élasticité     6170       N/mm²     Coefficient de Poisson       0.2     Module transversal       2683     N/mm²       Coeff. Dilatation therm.     0.000008       /°C     Densité       Type     Cacler       C béton     Cois				
Ajouter nouveau       Ajouter nouveau     Image: Constant of the second of the s	Supprimer Copier					

### Confirmez par 'OK'.

### Etape 7: Attribuer le matériau 'Maçonnerie' aux parois

Nous attribuons maintenant le matériau 'Maçonnerie' aux parois.

- Sélectionnez maintenant toutes les parois.
- Cliquez sur le bouton
- Sélectionnez dans la liste le matériau que vous venez de définir.
- Cliquez enfin sur 'OK' pour attribuer le nouveau matériau aux éléments sélectionnés.



### Etape 8: Imposer le comportement de la maçonnerie aux parois

Les parois érigées en maçonnerie et sur lesquelles repose une dalle de plancher ne peuvent, en principe, pas empêcher le soulèvement de la dalle de plancher. En outre, on supposera toujours, pour un tel élément, qu'aucun moment ne peut être transféré le long de ses bords. Ces conditions préalables très spécifiques peuvent être attribuées simplement aux parois verticales dans Diamonds.

- Sélectionnez toutes les parois (utilisez p.ex. la touche CTRL).
- Cliquez sur le bouton voir pour attribuer des conditions préalables aux bords des plaques.
- Sélectionnez dans le haut l'option 'Pas de transfert de moment le long des bords'. Indiquez aussi qu'aucune traction et aucun effet d'arc ne sont autorisés sur le bord supérieur Le mur en maçonnerie a donc principalement une fonction de descente de charges, mais pas de fonction de répartition.



Confirmez par 'OK'. Toutes les parois sont maintenant caractérisées par le symbole



Remarque: Vous devez bien vous rendre compte que ce symbole indique uniquement que des conditions préalables spécifiques ont été imposées le long des bords de l'élément. Cela ne veut absolument pas dire que les caractéristiques du matériau maçonnerie ont automatiquement été attribuées à l'élément, ni qu'aucune contrainte de traction ne peut se produire à l'intérieur de l'élément.

### **Etape 9: Définir les colonnes**

Maintenant que les caractéristiques des parois ont été adaptées, nous commençons à définir les colonnes.

- Sélectionnez une vue du haut.
- Sélectionnez le bouton 0 dans la palette.
- Vous dessinez une colonne en cliquant simplement sur un point du modèle. Une ligne verticale est immédiatement générée sous ce point; la hauteur de cette ligne correspond à nouveau à la hauteur de l'étage actif. Définissez de cette façon toutes les colonnes sous les points nodaux auxquels un point d'appui avait été attribué

auparavant, et terminez cette fonction à l'aide du bouton Sélectionnez à nouveau une vue en perspective et vous obtiendrez le rendu suivant:



### Etape 10: Modifier la section des colonnes

Toutes les colonnes ont une section standard: une section rectangulaire de 200 sur 200mm en béton arme C25/30. Un type distinct est prévu aussi

pour les colonnes dessinées avec la fonction  $\mathbb{I}$ 

- Utilisez par conséquent la touche CTRL pour sélectionner toutes les colonnes en même temps.

Dans la palette, cliquez sur le bouton bour attribuer une autre section aux colonnes. Complétez la boîte de dialogue comme suit:

🥹 Diamonds - BetonVB2.bsf -	Section
♥ Fichier £dition Yue Şelection Montrer Analyser Options Fenetres Aige         □ ☞       □ ▲       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       ●       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □       □	Profil Nom D300 Forme Constant Dimensions Axes H 300 mm
	Colcul automatique           Général         Elastique         Plastique           Sy         10599031         mm³         Szr           Sy         10599031         mm³         Szr           Y         397244615         mm4         Iyz           V         75,0         mm4         Iz           Wel,y',t         2648297         mm3         Wel,z',z           Wel,y',b         2648297         mm3         Wel,z',z
<u>x</u>	Matériau     Matériau       Matériau     Béton C25/30       Aves locaux       Angle pour orientation       0,0       Aigle         Angle April

Remarque: vous trouverez toutes les sections de colonnes déjà définies dans le modèle via le menu déroulant situé sous les fonctions de dessin dans la palette 'Géométrie'.



Vous pouvez ainsi sélectionner immédiatement la section à attribuer aux barres sélectionnées.

### **Etape 11: Créer le premier étage**

Cette opération a clôturé la géométrie du rez-de-chaussée. Comme signalé dans l'introduction, seul le bâtiment principal est doté d'étages. Nous ne devons donc copier qu'une partie de la structure.

Sélectionnez la partie que vous souhaitez copier. Choisissez une vue du haut et étirez un cadre de sélection autour du bâtiment principal. En effet, cette opération vous permet de sélectionner les éléments qui font partie de l'étage actif (donc la dalle de plancher comme les parois et colonnes d'appui).

Cliquez ensuite sur le bouton dans la palette 'Géométrie' et effectuez une copie (N = 1) dans le sens positif Y. Faites attention à ce que la distance soit identique à la hauteur des éléments sélectionnés, sans quoi la copie et la structure initiale se recouvriront partiellement. Confirmez par 'OK'.



Choisissez maintenant une vue de devant et sélectionnez la dalle de plancher la plus haute avec bords (au moyen d'un cadre de sélection).

Cliquez sur  $\checkmark$  et effectuez cette fois une translation (N = 0) dans le sens négatif y.



Cliquez à nouveau sur 'OK'. La dalle de plancher du deuxième étage est maintenant située au niveau +6,00m, la hauteur du premier étage est de 2,80m.

### Etape 12: Etendre la gestion de niveau

Bien que le modèle se compose maintenant de deux étages (rez-dechaussée + 1^{er} étage), Diamonds n'en reconnaîtra qu'un. C'est pour cela que vous devez ouvrir le gestionnaire de niveau à l'aide du bouton

Free Gestion étages du côté droit de la fenêtre modèle et cliquer sur Nouveau pour ajouter un nouvel étage de 2,80m de haut. Modifiez aussi immédiatement le nom en 'Couverture 1^{er} étage'.

Nouvel étage ×					
Nom d'étage	Couverture 1er étage				
Au-dessus de	Couverture rez-de chau 💌				
Hauteur d'étage	2,80 m				
	<u>Annuler</u> <u>QK</u>				

Le niveau s'adaptera automatiquement.

>	Gestion étages						
١	Nouveau Diviser Copier Supprimer						
Ø	>	Etage					
Ø	<b>&gt;</b>	Couverture 1er étage			6,00 m	2,80 m	
Ø	٨	Couverture rez-de chauss		3,20 m	3,20 m		
Ø	٨	fondation		0,00 m	0,00 m		
, ,	Ai <u>d</u> e	1			Annuler	<u></u> K	

Dès le moment où vous cliquez sur 'OK', tous les points, lignes, plans qui font partie de ce nouvel étage seront automatiquement reconnus par Diamonds. Double-cliquez, p.ex., sur un des nœuds situés au niveau +6,00m.

Propriétés du point numéro: 33 🛛 🗙			
Coordonnées			
X = 15,00 m			
Y = 6,00 m			
Z = 10,00 m			
Semelle			
Etage = Couverture 1er étage			
Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>OK</u>			

La géométrie du premier étage est également clôturée ainsi.

### Etape 13: Créer un deuxième et dernier étage

Nous poursuivons par la définition du deuxième et dernier étage. Ici aussi, nous pouvons sélectionner la structure à reproduire et la copier via le

bouton ^{Copier}. Toutefois, comme cet étage est identique au premier, il existe une méthode beaucoup plus rapide. Ouvrez à nouveau le gestionnaire de niveau, sélectionnez l'étage 'Couverture 1^{er} étage' et cliquez cette fois sur le bouton ^{Copier}. Complétez la boîte de dialogue ci-dessous de manière à ce que tout le premier étage soit dupliqué. Cette fonction présente l'avantage supplémentaire que le nouvel étage est placé directement audessus de l'étage existant.

Copier un niveau 🛛 🗙					
niveau à copier	Couverture 1er étage 💌				
nombre de copie	1 🚖				
copier au-dessus de	Couverture 1er étage 💌				
Ai <u>d</u> e	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K				

Confirmez par 'OK' et attendez un peu que le deuxième étage soit ajouté au modèle Notez bien que le nouvel étage a pris la même hauteur d'étage que l'étage d'origine. Modifiez encore le nom en 'Couverture 2^{ème} étage' et cliquez sur 'OK'.

Diamonds - BetonVB2.bsf - [Fenêtre	e 1 (m)] - 🗆 🗙
×, ×	🌳 Gestion étages 💌
	-
000	Nouveau Diviser Copier Supprimer
夕照建 夕 時時	∅         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓         ↓
	🖉 🎸 Couverture 1er étage 6,00 m 2,80 m
	🖉 🍌 Couverture rez-de chauss 3,20 m 3,20 m
	0,00 m 0,00 m
3	
	Aide <u>A</u> nnuler <u>O</u> K

Tous les étages sont définis.

### Etape 14: Modéliser la plaque de fondation

Il nous reste encore à modéliser la plaque de fondation. Nous avons le choix entre deux options:

 Vous allez effectivement redessiner la plaque de fondation dans le projet existant. Optez pour une vue du haut et sélectionnez le niveau 'fondation' dans le menu déroulant à droite de la fenêtre modèle. Remarquez qu'au niveau (+0,00m), plusieurs lignes et points sont déjà définis: ce sont les bords inférieurs et les pieds respectifs des parois et des colonnes du rez-de-chaussée. Suivez les étapes du §3.3.1 pour compléter la plaque de fondation.

- Vous importez le fichier Diamonds de la plaque de fondation déjà modélisée au §3.3, y compris l'ensemble des sections, points d'appui et charges.
- Via le menu 'Fichier Importer Importer Diamonds', sélectionnez le bon fichier. Complétez les nouvelles coordonnées pour le point (0,0,0) ou indiquez-le directement sur l'écran. Dans ce cas le Point (0,0,0) de la plaque de fondation correspond avec l'origine du modèle 3D. Vous confirmez par 'OK' dans la boîte de dialogue.

Configuration importation fichier	r Diamonds 🛛 🗕 🗖 🗙
Géométrie L'orgine ( 0,0,0 ) sera à 0,0 0,0 m	
Charges Poids propre  Poids propre	<b>_</b>
_ <u>+++</u> charges permar   charges permanentes	<b>_</b>
tharges d'expl.  charges d'expl. A : habitation	<b>_</b>
	Aide <u>Annuler OK</u>

Lors de l'importation, vous pouvez décider quels groupes de charges sont à transférer et s'il faut éventuellement en créer de nouveaux. Importez seulement le poids propre !

Les deux options produisent le même résultat.

Nous affichons ici le bâtiment en représentation modèle solide 🌁.

Si la plaque de fondation n'est pas au bon niveau, vous pouvez cliquer sur le bouton et importez la plaque de fondation à nouveau au bon niveau.



Remarquez encore que nous n'avons pas prévu d'articulations aux extrémités des colonnes. Cela veut donc dire que les colonnes sont liées de manière rigide aux poutres et aux plaques.

# 3.4.2. Définition des charges

Etape 15: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖭 ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

### 3.4.2.1. Créer les groupes de charges

### Etape 16: Créer des groupes de charges

Les groupes de charges ne doivent pas être générés à nouveau. En effet, nous sommes partis d'un fichier dans lequel ils avaient déjà été créés et

calculés. Au besoin, vous pouvez les consulter via le bouton

## **3.4.2.2. Introduire les groupes de charges**

Etape 17: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

Nous allons maintenant continuer en introduisant les différentes charges. Un certain nombre de charges auront déjà été définies. Elles ont été emportées pendant la copie et l'importation éventuelle des charges. Passons-les en revue:

- Le **poids propre** est calculé automatiquement et ne peut pas être modifié.
- Dans 'Charges permanentes'
  - Sur les dalles de toiture
    - Sélectionnez les deux dalles de toiture avec la touche MAS.
    - Cliquez sur l'icône I dans la barre d'icônes.
    - Une fenêtre s'affiche avec un récapitulatif sous forme de tableau de toutes les charges permanentes qui ont été définies sur les plaques sélectionnées.
    - Cliquez sur une valeur avec le bouton gauche de la souris et modifiez la valeur de la charge uniformément répartie en 1kN/m².
    - Effectuez cette opération pour tous les valeurs.
    - Cliquez sur Appliquer modifications pour confirmer les adaptations





o Sur les 2 planchers 3kN/m² est présent.

• Sur la plaque de fondation 3kN/m² est présent.



### Dans 'Charge d'exploitation A'

- Sur les dalles de toiture
  - Sélectionnez les deux dalles de toiture avec la touche MAS.
  - Supprimez la charge à l'aide du bouton ³

- Sur les 2 planchers 2kN/m² est présent.
- Sur la plaque de fondation 2kN/m² est présent.

### 3.4.2.3. Faire des combinaisons

### Etape 18: Faire des combinaisons

Générer des combinaisons  $\frac{44}{12}$  comme décrites dans §3.1.3.3.

# 3.4.3. Calcul du maillage

### Etape 19: Générer le maillage

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.2.4.

Etape 20: Contrôle du maillage

Une fois que le réseau d'éléments est généré, nous faisons apparaître le maillage avec . Le modèle se présente maintenant comme suit en vue en perspective:



Aucune irrégularité ne saute aux yeux: on peut s'attendre à un bon résultat.

# 3.4.4. L'analyse élastique globale

### Etape 21: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Analyse élastique'. Vous pouvez aussi débuter directement l'analyse en utilisant la touche de fonction **F9** ou l'icône dans la barre d'icônes. Utilisez les mêmes paramètres que dans §3.3.4.

Notez bien que, cette fois, c'est un calcul itératif qui est effectué. La raison en est la définition des parois en maçonnerie. En effet, il a été imposé que ces parois ne pouvaient reprendre que de la compression sur leur bord supérieur. Le fait que le calcul soit repris pour chaque combinaison de charges signale que certaines plaques vont effectivement se soulever (dans les coins).

Dans cet exemple, nous ne nous arrêterons pas sur les résultats du calcul élastique.

### 3.4.5. Calcul de l'armature

### Etape 22: Calcul de l'armature

Pour calculer l'armature, nous prenons les mêmes paramètres qu'au §3.2.6 et nous cliquons par conséquent immédiatement sur ⁽²⁾.

Ici aussi, Diamonds signale à la fin du calcul que l'armature n'a pas pu être calculée pour chaque élément de certaines plaques. Nous ne donnons pas suite à cet avertissement et nous cliquons sur 'OK'.

### Etape 23: Examiner les résultats

Une fois que le calcul se termine, le bouton ¹⁰⁸ est activé dans la palette 'Résultats' pour représenter les résultats de l'armature.

Sélectionnez, p.ex., l'armature longitudinale  $A_{xi}$  ci-dessous; elle correspond à l'armature inférieure parallèle à l'axe local x' de la plaque.

Choisissez une vue du haut et sélectionnez le niveau 'Couverture rez-dechaussée' en haut à droite. Les valeurs maximum et minimum de l'échelle de couleur renvoient ici encore à l'armature la plus grande et la plus petite exigées pour toutes les plaques de la structure. Si vous désirez une échelle de couleur qui s'applique uniquement aux dalles de plancher du premier étage, sélectionnez ces plaques et cliquez sur l'icône  $\mathbb{H}$  dans la barre d'icônes. Même si, cette fois, les appuis de la dalle de plancher vont suivre le tassement de la fondation, l'armature de champ (hormis celle située dans les coins des prédalles) est pratiquement identique à celle obtenue au §3.1.



Choisissez de nouveau une représentation 3D et cliquez sur  $\square$  pour visualiser une nouvelle fois toute la structure. Sélectionnez maintenant l'armature longitudinale  $A_y$  dans la palette 'Résultats' afin de représenter l'armature longitudinale exigée dans les poutres et les colonnes pour reprendre les moments fléchissants autour de l'axe fort (axe y') de la section.



Vous pouvez éventuellement sélectionner aussi ici des éléments ou des groupes d'éléments, et visualiser uniquement les résultats pour cette sélection au moyen des boutons ⊞, ⊞ et ⊞. L'échelle de couleur s'adaptera chaque fois en fonction des éléments visibles dans la fenêtre modèle.

Remarque: Il n'a pas été tenu compte de la longueur de flambement réelle des colonnes dans le calcul de l'armature des colonnes. Etant donné qu'aucun calcul de la longueur de flambement n'a été effectué, une longueur de flambement sera prise par hypothèse pendant le contrôle du flambement et supposée égale à la longueur du groupe (dans ce cas, la longueur du système) des barres. Comme toutes les colonnes ont été encastrées de manière élastique dans ce modèle (et qu'elles disposeront donc d'une longueur de flambement inférieure à la longueur du système), vous pouvez vous attendre à un résultat d'armature prudent.

# 3.4.6. Calcul de la flèche fissurée

Etape 24: Attribuer une armature pratique aux poutres

Avant de commencer le calcul de la flèche, nous vérifions si toutes les plaques et poutres sont dotées d'une armature pratique.

L'armature pratique est également emportée lors de la copie ou de l'importation d'étages. En principe, l'armature pratique est donc en ordre pour tous les étages.

Cependant, si vous n'avez pas importé la plaque de fondation, mais que vous avez modélisé à partir de zéro, vous devez encore attribuer un treillis d'armature pratique à la plaque de fondation. Double-cliquez donc sur la plaque de fondation (assurez-vous que les résultats d'armature des plaques sont visibles) et complétez la boîte de dialogue comme suit:



### Confirmez par 'OK'.

### Etape 25: Calculer la flèche fissurée

Dans le menu, sélectionnez l'instruction "Analyser – Flèche fissurée" ou cliquez sur le bouton  $\frac{1}{212}$  dans la barre d'outils en haut de la fenêtre modèle. Acceptez la valeur proposée pour  $\beta$  et prenez le fluage en compte.

### Etape 26: Examiner les résultats

Nous représentons ci-dessous la flèche fissurée maximale sous la combinaison 'ELS QP' de la dalle de plancher du premier étage.



Remarque: Ce modèle va encore être étoffé au §3.5. Cela vaut donc la peine d'enregistrer ce fichier.

# 3.5. Exemple 5: Modélisation d'un sous-sol

Licences requises	✓ Barres 2D	✓ Barres 3D	
-	✓ Dalles 2D	✓ 2D Plates	✓ Plaques 3D
	✓ Dimensionnem	ent béton	-

La dernière étape consiste à modéliser et calculer le sous-sol. Nous partons de l'hypothèse que seul le bâtiment principal se trouve sur cave, ce qui fait que le modèle comportera deux plaques de fondation situées à des niveaux différents. Nous faisons appel, ici encore, aux résultats du rapport de sondage et nous utilisons le même sondage pour les deux fondations.

Le sous-sol a une hauteur de 2,8m et est coulé sur place. L'épaisseur des parois de la cave est de 20cm. Les colonnes de l'étage sus-jacent sont supposées se prolonger dans la cave. La charge permanente et la charge d'exploitation pesant sur la plaque de fondation sont respectivement de 3kN/m² et 2kN/m².

En outre, la nappe phréatique se trouve à 1m sous le niveau du sol naturel. La nappe phréatique peut être considérée comme permanente.



# 3.5.1. Définition de la structure

### Etape 1: Ouvrir le projet du §3.4

Ouvrez le fichier du §3.4 via l'instruction du menu 'Fichier – Ouvrir' ou cliquez sur 🖆. Cliquez ensuite sur l'icône 🖗 dans la barre d'icônes afin de mettre à l'avant-plan la configuration 'Géométrie' avec la palette correspondante. Sélectionnez une vue du haut. Veillez à ce que le plan terrier de la fondation soit représenté.

### **Etape 2: Supprimer les anciennes conditions limites**

Avant d'étendre le modèle, nous supprimons les conditions limites qui ont été attribuées à la plaque de fondation:

- Sélectionnez la plaque de fondation.
- Cliquez sur le bouton dans la palette.
- Dans la boîte de dialogue, nous débloquons le déplacement dans toutes les directions.
- Confirmez avec 'OK'.

### Etape 3: Dessiner les lignes axiales de la paroi de la cave

Nous dessinons ensuite les deux lignes axiales manquantes des parois

<b>9</b>									C	Diam	ond	5 - 1	Beto	nVB4	l.bsf	- [W	indov	N 1 (	(m)]										-
🥮 Bestand Wijz	tig <u>S</u> cl	herm	Sele	cteer	Too	n A	nalys	eer	<u>O</u> ptie	s ⊻e	enster	He	lp																
D 🗳 日 [	2.0		5	CH.	F	H	Ħ		T.		8	I X	Ĭ-e	6	¢.	en G	) Fe//	IÝ		-	49								
	Window	/ 1			•	1	Ge	bruike	rscon	figurat	tie				-	ъ п			M	卢	- Su	Q	Q		E.	D	R	er (	
k, X	s.	×.	84	56	20	34	14	20	15	14	×.	8	14	12	-85		iii	12	3	36 36	- 82	3	56	8	88	56	30	55	Actief r
<u>≙</u> ⊞• ∕	39	- 8	+-															-	ii.	8	55	őł.	8	35	8÷	×	83	<i>8</i> :	-
- <i>P P P</i>		- 22																	12	35	22	12	32	22	12	33	20	8	ATT I
	- 22			4			-		10			10		4	22		4		8	-	38	8	8	22	8	2	ţ.	82	<b>F</b>
~~		8		a.	÷		.,												a	8	35	si.	8	30	39 <b>:</b>	8	8	<i>8</i> •	I N
<u> </u>																			12	-	43	12	32	. 12	8	33	18	8	
夕照贺	8			a.		s.			22		a:			a.	12		4	+ +	3	3	25	8	-	1 22	85	2	12	8	卢
₽ 8,5 P+		- 83		a.							÷			a.			÷		÷	a.			ж		59-	×	89	24	X = Y =
南州岛	3 8																							15	10	3	6	a 8	Z =
17 AL	8			3	4		-		22	3	4	£		4	12		4			a.			4	*	8.	2	÷	8	Voorste
				a.		a.			47	a		43		с. С	43		a.		1			14		2	88	22	8	84	
E S. F																									81		8	87	ø
≣ _{\$} / ⊘				-	-2	8	12	-2	10	8	12			а С	58		S.		12	\$		<i>1</i> 2		-23	8	-	13	8.	Grootte
		8	34	22	8	28	8	8	83	8		13					ъ.			a.		14			28	22	8	24	Lettert
E.				a.		89	-										÷												Symbol
1.5.2		22	8		8	8	100			8	2														8		28	8	Lasten
				32		24	<i></i>		22										12		~	52		20	23		-	24.14	Resulta
																							-	1				~	Toon gr
			22 22		24	81 82	54	20 20	53	58		58		100	- 53		98 03	20	35 72		20	- 25	8. 20	10	88 82		1		Geen
		40		ар. -			1		<b>1</b> 11	1					20					a.					- 14			_×_	and a

Une fois que le bouton est à nouveau enfoncé, Diamonds vérifie s'il est possible de former des nouveaux contours de plaque. La fondation sera subdivisée en deux plaques, où la plaque incluse représentera le plafond de la cave.

### Etape 4: Définition de la cave

Étirez maintenant un cadre de sélection autour du pourtour de la cave et cliquez sur le bouton



Copiez la plaque à -2,80m et laissez Diamonds relier automatiquement les deux plaques en créant des parois. Confirmez par 'OK' et choisissez une vue en perspective: un étage supplémentaire est ajouté au modèle.



L'épaisseur de la plaque de fondation de la cave est de 30cm. Pour les parois de la cave, l'épaisseur standard de 20cm est adoptée.

### Etape 5: Etendre la gestion de niveau

Même si un sous-sol a été ajouté dans le modèle, cet étage n'est pas encore reconnu comme tel par le gestionnaire de niveau. C'est pour cela que vous devez ouvrir le gestionnaire de niveau à l'aide du bouton a gestion du côté droit de la fenêtre modèle et cliquer sur Nouveau pour ajouter un nouvel étage de 2,80m de haut sous la fondation. Appelez cet étage 'Plancher de cave'.

Nouvel étage								
Nom d'étage	Plancher de cave							
Au-dessus de	Dessous fondation							
Hauteur d'étage	2,80 m							
	<u>Annuler</u> <u>Q</u> K							

Le niveau du plancher de cave s'adapte automatiquement à -2,8m. Modifiez encore éventuellement le nom de l'étage 'fondation' en 'Couverture cave'.

<b>?</b>		Gestion ét	ages	×
	Nouv	eau Diviser	Copier	Supprimer
Ø	٨	Etage		
0	۵	Couverture 2ième étage	8,80 m	2,80 m
Ø	٨	Couverture 1er étage	6,00 m	2,80 m
Ø	٨	Couverture rez-de chauss	3,20 m	3,20 m
Ø	]≽	Couverture cave	0,00 m	2,80 m
Ø	٨	Plancher cave	-2,80 m	0,00 m
		1		
	Ai <u>d</u> e		<u>A</u> nnuler	<u>O</u> K

Remarque: Les parties cachées sont affichées en gris clair. Si vous désirez les cacher complètement, décochez l'option 'Dessiner les parties invisibles en gris' dans la fenêtre des paramètres de configuration.

Etape 6: Sectionner le modèle pour définir plus facilement les pressions d'eau par la suite

Pour définir plus tard les pressions d'eau horizontales, il est nécessaire de délimiter la partie du mur de cave qui se trouve sous eau. C'est pourquoi nous sectionnons la cave au niveau de référence horizontal Y = -1m.

- Sélectionnez tous les murs de la cave.
- Cliquez sur le bouton dans la palette.
- Complétez la boîte de dialogue comme suit:



Cliquez sur 'OK'. A l'endroit de la section, une ligne de coupe est définie et, de ce fait, les murs sont fractionnés. Les murs de cave situés sous -1m peuvent maintenant être sélectionnés séparément.



Remarque: Une autre possibilité consiste à diviser le sous-sol à l'aide du gestionnaire du niveau avec le bouton Diviser. De la sorte, les murs de la cave seront placés dans deux étages différents. Cette solution est sans doute moins pertinente dans le cadre de cet exercice.

### Etape 7: Attribuer des types

Pour faciliter à l'avenir la sélection, nous souhaitons tout d'abord distinguer les plaques de fondation et les murs de cave immergés du reste de la structure en attribuant deux nouveaux types de design.

- Sélectionnez d'abord les deux plaques de fondation au moyen de la touche MAS (adoptez pour ce faire une vue où vous regardez le modèle par le bas, c.-à-d. que vous faites glisser le curseur vers le bas dans la barre de défilement verticale).
- Cliquez sur le bouton 🍱 dans la barre d'icônes.
- Définissez un nouveau type 'Plaque de fondation' et sélectionnez une couleur identifiable.



Cliquez sur 'OK' pour attribuer le nouveau type aux éléments sélectionnés.

Sélectionnez ensuite (à nouveau à l'aide de la touche MAS) tous les murs de cave qui se trouvent sous le niveau de la nappe phréatique (faites éventuellement pivoter le dessin à l'aide de la barre de défilement horizontale) et cliquez à nouveau sur **T**. Créez de la même manière le type 'Murs de cave' et sélectionnez ici aussi une couleur différente. Confirmez par 'OK'.



### Etape 8: Attribuer des sections aux colonnes

Une épaisseur a été attribuée immédiatement à tous les plans nouvellement générés (murs de cave et plaque de fondation), contrairement aux deux barres (colonnes) au milieu de la cave. C'est pourquoi nous commençons par attribuer également la section circulaire aux deux segments de ligne.

- Sélectionnez tous les plaques et voiles avec l'icône 🖽 (première icône de cette barre d'outils).
- Sélectionnez une des colonnes avec section 'D300'.
- Cliquez une fois avec le bouton droite de la souris et sélectionnez 'Copier les propriétés'.

- Sélectionnez les deux colonnes dans la cave.
- Cliquez une fois avec le bouton droite de la souris et sélectionnez 'Copier les propriétés'.



- Faites réapparaître tous à l'aide de  $\square$ .

#### Etape 9: Définir les caractéristiques du sol

Définissons maintenant les caractéristiques du sol.

- A l'aide de la touche CTRL, sélectionnez les deux plaques de fondation.
- Cliquez sur le bouton  $\frac{\overline{x}}{\overline{x}}$ .
- Empêchez le déplacement X et Z et utilisez les couches de sol paramétrées dans le sens Y.
- Cliquez sur le bouton et ajoutez dans la boîte de dialogue qui s'affiche un nouveau profil de couches de sol au moyen du bouton
   Toevoegen grondlagenprofiel
   Indiquez que les paramètres du sol ont été obtenus par un essai au pénétromètre et notez que la nappe phréatique est située 1 mètre sous le niveau du sol naturel.

Nous souhaitons appliquer le même profil de couches de sol qu'au §3.3. Etant donné que nous avions sauvegardé les différentes couches de sol dans ce projet, nous pouvons les importer immédiatement ici à l'aide de Lagen importeren. Désignez le ficher '*.txt' concerné et cliquez sur le bouton Openen . Les couches de sol suivantes s'affichent:



Quittez maintenant toutes les fenêtres de dialogue avec le bouton 'OK'. Le même profil de couches de sol est maintenant attribué aux deux plaques, bien qu'elles soient situées à un niveau différent.
Remarque: Ce profil de couches de sol a été défini par rapport à un niveau de référence donné (c.-à-d. le niveau initial du sol naturel). Pendant l'analyse, vous serez invité à déterminer le niveau de ce plan de référence. Une fois que c'est fait, Diamonds connaît non seulement les couches de sol situées immédiatement sous les différentes fondations mais aussi la profondeur de la fouille, de telle sorte que l'on peut tenir compte d'une éventuelle charge de terrain. De ce fait, le même profil de sol peut servir pour les deux plaques de fondation.

### Etape 10: Mettre les axes locaux des plaques dans la même direction

La géométrie de la structure est donc terminée en principe. Cependant, avant de passer à la 'Configuration des charges', il est recommandé d'adapter l'orientation locale des murs de cave et de la plaque de fondation qui se trouvent sous eau, de telle manière que l'axe local y' soit toujours orienté vers l'extérieur; de la sorte, les pressions d'eau pourront être appliquées en une seule opération au chapitre suivant.

Ouvrez la fenêtre de dialogue suivante via 🔳 et visualiser les axes locaux des plans.



Dans l'illustration ci-dessus, seuls sont représentés les éléments qui se trouvent sous la surface de la nappe phréatique. Sélectionnez maintenant les deux murs arrière de la cave ainsi que la dalle de cave et cliquez sur

le bouton dans la palette. Modifiez l'orientation de la plaque simplement en enfonçant le deuxième bouton.

Notez bien que l'orientation de la plaque n'est pas accompagnée d'un petit cadenas, ce qui veut dire que cette caractéristique est identique pour tous les éléments sélectionnés. Ce sont d'ailleurs ces seules caractéristiques "libres" qui seront effectivement attribuées à la sélection au moment de la fermeture de la boîte de dialogue.



Comme vous le remarquez, l'axe local y' aura changé de direction. Comme les axes x' et z' ont également été modifiés, le repère d'axes de droite est maintenu.

### 3.5.2. Définition des charges

### Etape 11: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖼, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

### 3.5.2.1. Créer les groupes de charges

Etape 12: Créer des groupes de charges

La charge permanente et la charge variable qui agissent sur la plaque de fondation de la cave ont déjà été complétées, puisqu'elles ont été copiées avec la plaque proprement dite.

Comme le niveau de la nappe phréatique se situe au-dessus de la naissance de la fondation de la cave, un groupe de charges supplémentaire est requis pour définir les pressions d'eau.

- Cliquez sur  $\frac{\gamma_{g}^{\gamma_{u}}}{\gamma_{g}}$  dans la palette.
- A l'aide du bouton en haut à gauche Ajouter groupe de charges, ajoutez un nouveau groupe de charges. Si nous supposons que le niveau de la nappe phréatique ne varie pas, les coefficients ci-dessous seront d'application:

9	Diamond	ls - Be	tonVB	5.bsf - [	Fenêtre	- char	ges per	manent	tes - (l	k <mark>N, kN</mark> n	n, mm,	kN/m, kNn	n/m, kN/m², °C)]		- 🗆 🗙
🤗 <u>F</u> ichie	r <u>E</u> dition <u>V</u> ue <u>S</u> élection <u>M</u> u	ontrer	Analyser	Option	ns Fe <u>n</u> ê	tres Ai	de								- 8 ×
0 🗳	🖬 🖪 🚳 🚺 🗠 🗠	F# E	H m	III    1	<b></b>   🗵	I 🖩 🗶	ře e	8.1	<u>a</u> (5) F	% IÝ		<b>↓</b> ↓\$			
*5	🖷 🔀 Fenêtre	•	Chi	arges				•	5 🖽 🛛		pp d	∋ (∛) Q	• 🖬 🖉 🗖	R	
yyu I	щ <u>©</u>													<b>_</b>	Niveau actif
charges p	ermar 👻														
18 2	Ţ														2.80000 m
Ald L															Gestion étages
<u>→</u> >	2 y					0		ما م ام						-	- 🗆 X
~						G	roupes	ae cn	arges						
Carl	Coefficients de charges pour EN 1990 V V Classe de conséquence 2 V Classe de servic 1 文														
Coemo	Coefficients de charges pour     EN 1990     ✓     Classe de conséquence     2     ✓     Classe de servic     1       Durée d'utilisation     50     ≤1     années														
							Duree	e a u ulisa	uon	0	anne	es			
Ajout	Ajouter groupe de charges Insérer groupe de charges Supprimer groupe de charges Plusieurs cas par groupe 🦵														
	Nom groupe de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$	$\gamma_{\rm els+}$	ψ ₀	$\psi_1$	ψ2	φ	ξ	to	Combinaiss la fissuratio	k _{mod}	Charge	Action
$\checkmark$	Poids propre	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	<u>+++</u>
✓	charges permanentes	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	<del>+++</del>
✓	charges d'expl. A : habitation	1.50	0.00	1.00	0.00	0.70	0.50	0.30	1.00	1.00	0		terme moyen	-	<u>+++</u>
✓	pression d'eau	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	—	<u>+++</u>
Group	es de charges incompatibles	G	iroupes o	de charg	es liés			Combine	r groupe	s de char	ges	Dégroup	er groupes de charge	es	
Air	de												Anr	nuler	<u>O</u> K

Confirmez par 'OK'.

Si des combinaisons de charges avaient déjà été définies dans le fichier, Diamonds vous avertira que ces combinaisons ne sont plus conformes à ces groupes de charges nouvellement définis. Le cas échéant, vous pouvez indiquer que vous ne souhaitez plus voir ce message à l'avenir, mais nous vous conseillons de ne pas le faire afin d'éviter d'éventuelles erreurs.



### 3.5.2.2. Introduire des groupes de charges

Etape 13: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

Ces charges se trouvent déjà sur la structure.

Etape 14: Introduire le groupe de charge 'Pressions d'eau'

- Indiquez maintenant le groupe de charges 'Pressions d'eau' que vous venez de définir dans le menu déroulant de la palette 'Charges'.
- Sélectionnez tous les éléments qui se trouvent sous le niveau de la nappe phréatique (utilisez la touche CTRL).
- Cliquez sur 🥙. La boîte de dialogue suivante s'affiche:



- Avant tout, indiquez qu'il faut appliquer localement la charge superficielle.

En second lieu, utilisez une fonction qui a été développée spécialement pour définir les pressions de sol et d'eau. Comment procéder? Et bien, notez simplement la grandeur de la charge (pressions d'eau) à deux niveaux connus et Diamonds générera à son tour une charge qui varie de manière linéaire en profondeur.





Vous découvrez une charge trapézoïdale sur les murs de cave et une charge ascendante uniformément répartie sur la dalle de cave.

### 3.5.2.3. Faire des combinaisons

### **Etape 15: Faire des combinaisons**

Générer des combinaisons  $\frac{41}{100}$  comme décrites dans §3.1.3.3.

### 3.5.3. Calcul du maillage

Etape 16: Générer le maillage

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.2.4.

### 3.5.4. L'analyse élastique globale

### Etape 17: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Analyse élastique'. Vous pouvez aussi débuter directement l'analyse en utilisant la touche de fonction **F9** ou l'icône dans la barre d'icônes. Utilisez les mêmes paramètres que dans §3.3.4.

Nous ne connaissons pas encore l'assise précise. La première étape du calcul du modèle consiste donc à déterminer un tracé correct de l'assise élastique sur base des données produites par le sondage et d'une combinaison adéquate des charges. Mais il faut encore définir plusieurs paramètres.

Le calcul durera un peu plus longtemps que dans les exemples précédents, puisqu'un double calcul itératif va être effectué: un calcul itératif pour la détermination de l'évolution de l'assise et un calcul itératif pour le calcul final, car les murs repris dans le modèle résistent uniquement à la pression.

### **Etape 18: Passer à la configuration 'Résultats'**

Pour visualiser les résultats du calcul sous forme graphique, cliquez sur l'icône 🖻 en haut dans la barre d'icônes ou sélectionnez la configuration 'Résultats' dans le menu déroulant voisin.

Nous allons parcourir ci-dessous quelques résultats.



les efforts normaux dans les colonnes en ELU CF1



la flèche élastique  $\delta_y$  ELS QP enveloppe min



les contraintes de sol ELS QP enveloppe min

### 3.5.5. Calcul de l'armature

### Etape 19: Calcul de l'armature

Pour calculer l'armature, nous adoptons les mêmes paramètres qu'au §3.2.6.

Mais il est aussi possible d'effectuer le calcul de l'armature uniquement pour quelques éléments sélectionnés à l'avance. Sélectionnez donc les deux plaques de fondation à l'aide de la touche CTRL et cliquez sur l'icône dans la barre d'icônes. La boîte de dialogue suivante s'affiche:



Confirmez par 'OK' et visualisez l'armature  $A_{xi}$ .



Attention: comme l'orientation locale de la plaque inférieure a été modifiée,  $A_{xi}$  représente pour cette plaque l'armature supérieure dans le sens x'.

# 4. Exemples en acier

Dans ce chapitre, nous allons calculer un hangar composé de 5 portiques. Nous allons partir d'un modèle 2D (§4.1) que nous étendrons ensuite à un modèle 3D (§4.2).



Nous profiterons du calcul du modèle 2D pour expliquer le générateur de vent et de neige. Avec le modèle 3D, nous détaillerons le générateur de charge superficielle.

Les calculs utilisés sont identiques pour les deux, sauf que, dans la structure 3D, nous faisons un détour par PowerConnect afin de détailler un assemblage (c'est tout aussi possible dans le modèle 2D).

Nous ne créerons pas de rapport dans ces exemples. La manière de créer un rapport est amplement expliquée dans le premier exemple béton (§3.2.8). Le mode opératoire est analogue.

## 4.1. Exemple 1: 2D

Licences requises

✓ Barres 2D
 ✓ Vérification acier

### 4.1.1. Objectif de l'exercice

Dans cet exemple, nous traitons du calcul d'un portique en acier. Nous calculerons les forces et contraintes internes dans les barres, et nous effectuerons ensuite un contrôle normatif sur la résistance et la stabilité.

Le portique à calculer se présente comme suit:



L'acier est de qualité S235 pour toute la structure.

### 4.1.2. Définition de la structure

Etape 1: Passer à la configuration 'Géométrie'

La définition de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖗, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

Piamonds - [Fenêtre 1 (m)]	_ 🗆 🗙
🧇 Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenettres Aide	_ 8 ×
😨 🗟 📅 🔀 Fenêtre 1 🔽 🚺 Géométrie 🔽 🌆 🖽 💹 🔂 🦄 🕁 🦓 🔍 🍭 🔛 🥒 🔟 🔳	
	Niveau actif
	0.0 m
	₩ 0.0 m
Z Vue du dessus	Gestion étages
	T Niveau du sol
Vue de face	X = 0.0  m
To the second se	Y = 0.0 m Z = 0.0 m
Uue arrière	Représentation
The second secon	e Grandeur
	Police 25 🔶
Restaura Vue côté droit	Charges 15
25 1	Résultats 25 🚖
Vue 3D	Affichez groupes
ZZXX	Aucun 💌
	ZX STATE STATE
	1.

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue de face. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton 🏽 dans la barre d'icônes ou sur z Lx dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le deuxième point de vue 'Vue de face'. Vous activez ainsi un plan de dessin vertical.

### **Etape 2: Générateur de structure**

Vous pouvez introduire une structure des manières suivantes:

- Dessiner immédiatement à l'écran 🧹, avec la souris.
- Dessiner à l'écran au moyen de coordonnées, avec le clavier.
- Utiliser le générateur de structure
- Charger un dxf.

Dans cet exemple, nous allons utiliser un générateur de structure. Le dessin de la structure est abordé dans l'exemple 2 au §3.2.

Cliquez sur l'icône dans la palette. Une boîte de dialogue s'affiche, où vous pouvez sélectionner le type de forme de structure que vous voulez générer. Sélectionnez un portigue tel gu'indigué sur la figure suivante.

<b></b>								1	Diam	onds -	[Fenêt	tre 1	(m)]								- 🗆 🗙
🥮 <u>F</u> ichier <u>E</u> o	lition <u>V</u> ue	<u>S</u> éle	ection <u>N</u>	<u>M</u> ontre	r <u>A</u> naly	ser <u>O</u> pt	tions	Fe <u>n</u> être	s Ai <u>d</u>	e											_ <i>8</i> ×
D 🛩 🖪	0.6	0	$\mathbf{r}$	F	HH		Tii		i i	医内	8:	<u>a</u> (9	Fe% IV		<b>p</b>	1¢					
	S Fenêtre	1		•	1	Géométrie	e				• 6	<b>\$</b>	🖾 🖂	RR	户	<">	•		D	R	
<b>N</b> , )	$\times$																				Niveau actif
<u>^</u> ⊞ ∞	/ `	88	8	12	83 1	13	20	10	20	20	8	10	83	23	53	10	22	20	1	8	2.70 m
000	0	2	2	1	85	33	-	2	22	10	ġ.	13	2	8	10	*	痰	2	2	8	FTTI'
S 🗶		3	12	32	89					assi	istan	t	f	~		10	8	35	10	12	Gestion étages
<u> </u>	<u> </u>	8	35	33	82											32	25	8	12	e .	Niveau du sol
1 (m 2	P.	33	8	a.	29		<u>.</u>	~	A	Т	-	•		22		83	×	×	8	ii.	卢 Plan de dessin
₽ BĴF	1.1	12	8	93	3					Ţ	¥		Δ	4		8	8	ж	8	15	X = 0.00  m Y = 2.70  m Z = 0.00  m
NA XY	_											-			-						Représentation
		~					_	$\sim$					$\sim$					×	54		***
m s: 1	¥] ·	8	12	-26	83		•2	-	<u>~</u>	Ţ			Ĭ	Ţ		121	6	2	10	<u>8</u> 2	D 🕼
	2	4	8	X	84							-	_		-	17	12	32	2	8 3	Grandeur
	Ie .	3	8	L	<b>→</b> ×	3	28	20	35	25	8	8	8	-23	12	20	10 10	2	2	15	Police 10 🔹
<u> </u>		35	a	18	87	12	25	¢.	.8	35		32	10	53	25	0	8	35	ch.	8	Charges 10 🚖
		(4)		34	~		22			-		34	~	~	~		~	*	22		Résultats 10 🜲
																					Affichez groupes
	ж	33	8	<i>5</i> 2	29	62	15	8	×	26	8	2	29	10	16	8	8	8	8	Y	Aucun 💌
	ж	92	8	SI.	2	15	ĸ	8	30	ж	8	×.	24	ĸ	ĸ	93	×	×	8	Ľx	

Après que vous avez cliqué sur 'OK', Diamonds vous demande quelques données géométriques du portique.

- 🗆 🗙 _ _ Assistant: cadre portail Sichier - 5 × outres 0 🗳 🛯 10,0 • Indinaison: × 5 🖷 0 🚖 euds intermédiaires (gauche): u actif ٨. ge 1 • Noeuds intermédiaires (droite): 0 🚖 • 2.70 m 14,00 m de portique 2,70 m 00 Section des poutres - GL32h 0 Colonnes Niveau du sol Noeuds intermédiaires (gauche): 0 🚖 Plan de dessin 4,00 m Hauteur du poteau à gauche: 0.00 m 2.70 m 0.00 m ₹^T B↓^T 0 🚖 NT 2/4 Noeuds intermédiaires (droite): ntation 4,00 m Hauteur du poteau à droite: 300 Section des colonnes - GL32h 8 Σ_φ Appui de droite Appui de gauche Appui The In 10 🜲 C Encastrement C Encastrement 10 🚖 Coordonnées premier noeud 10 🜲 jes X = 0 m ats 10 📚 Y = 0 m ez groupes Z = 0 • m Annuler ОК
- Remplissez l'inclinaison et le largueur du portique.

- Pour modifier la section de la poutre vers un IPE 270.
  - Cliquez sur Section des poutres . La fenêtre suivante s'affiche alors:

Section	
Profil       Nom     IPE (EU) - IPE 270       Forme     Constant	cadre portail
Dimensions Axes B 135,0 mm H 220,0 mm tw 6,6 mm tf 10,2 mm r 15,0 Section library - Calcul automatiqu Général Elastique Axe fortx Sy 620 17 575 17 575 17 122 Wel,y',b 428 Wel,y',b 428 Wel,y',b 428	Inclusion:       10,0       •         Inclusion:       0       •         Noeuds intermédiaires (gauche):       0       •         Noeuds intermédiaires (droite):       0       •         Largueur de portique:       1400 m         Section des poutres       -GL32h         Colonnes       •         Noeuds intermédiaires (gauche):       0         Hauteur du poteau à gauche:       4,00 m         Noeuds intermédiaires (droite):       0         Hauteur du poteau à droite:       4,00 m         Section des colonnes       -GL32h         Appui de gauche       •         (° Appui       •         (° Encastrement       •         (° Encastrement       •         (° Appui       •         (° Appi       m         Y =       0       m
Matériau       Matériau       Ader S235       Axes locaux       Angle pour orientation       0,0       Aige         Aige	Z = 0 m Annuler OK

- Cliquez sur IIII et sélectionnez un IPE 270 de la liste.
- Le matériau utilisé sera le matériau standard. Dans ce cas 'acier S235'.
- o Cliquez sur 'OK'.
- Répétez ces étapes pour les colonnes
  - La hauteur des colonnes est de 4m.
  - o Chaque colonne a un nœud intermédiaire.
  - La section des colonnes est un HEA 260.
- Choisissez un support articulé.
- Veiller à ce que le portique est tracé à l'origine.



Cliquez ensuite sur 'OK' afin de confirmer la sélection.



Diamonds ne dessine pas toujours toutes les informations à côté des éléments dans la fenêtre 'Géométrie'. Vous pouvez paramétrer vousmême les données que vous voulez visualiser. A cet effet, cliquez sur . Cochez la case 'Nom' dans l'onglet 'Géométrie' sous l'intitulé 'Lignes'.



Notez bien que vous pouvez aussi définir ces paramètres pour les configurations 'Charges' et 'Résultats' à l'aide du menu déroulant en haut de cette boîte de dialogue.

### Etape 3: Définir une structure dans le sens z

Pour indiquer que cette ferme provient effectivement d'un hangar 3D, nous fixons tous les points dans le sens z (sauf les points d'appui car ils se trouvent déjà dans le sens z). Sélectionnez les points à cet effet et cliquez sur  $\frac{x}{2}$ .

Image: Selection Montre: Analyzer Options Federe: Add         Image: Image: Image: Selection Montre: Add         Image: Image: Image: Selection Montre: Add         Image:	Diamonds - StaalVB1.bsf - [Wind	ow 1 (m)] X
Image: Second	Pichier         Edition         Yue         Selection         Montrer         Analyser         Options         Fenetres         Aide	- 6 ×
Image: Second triangle     Image: Second triangle <td></td> <td></td>		
N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N   N <td>K C Window 1 I Geometrie M R C</td> <td>Appuis</td>	K C Window 1 I Geometrie M R C	Appuis
		Points         A       m         B       #         déplacement X       rotation X         bbre          ne résiste pas à la traction       bbre         ne résiste pas à la traction          ne résiste pas à la compression          Angle par rapport à l'axe vert. β:          Agle          Agle

A titre de résultat, vous voyez s'afficher, dans une vue en perspective, des 'traits' dans le sens global Z. Ils indiquent visuellement que le portique ne peut pas se déplacer dans le sens Z.



### Etape 4: Définir un groupe physique

Enfin, nous définissons encore que les sous-colonnes constituent un **groupe physique**.

### A propos des groupes physiques

Un groupe physique se compose de différentes barres situées dans le prolongement les unes des autres et se comportant comme si elles étaient une seule barre continue. Les groupes physiques sont utiles pour attribuer des sections variables, des excentricités et pour définir des charges. Dans cet exemple, nous allons attribuer un groupe physique aux colonnes dans le but de pouvoir attribuer facilement une charge trapézoïdale.

Sélectionnez une représentation solide vous trouvez une palette qui permet de définir des groupes. Sélectionnez 'Physique' dans le menu déroulant. Vous pouvez grouper les barres sélectionnées avec le bouton et les dégrouper avec



Sélectionnez les 2 sous-colonnes à droite et cliquez sur 'Grouper' Faites de même pour les deux sous-colonnes de gauche.

### 4.1.3. Définir des charges

Etape 5: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖼, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

1	Charges 💌	ƙ 🕂 🕅 🔁
1 .	Géométrie Charges	
	Résultats Maillage	

### A propos de la configuration 'Charges'

La configuration 'Charges' est dotée d'une palette distincte qui contient toutes les fonctions permettant de définir les différentes charges et de générer les combinaisons de charges. Notez bien que le point de vue demeure inchangé guand vous basculez entre les deux configurations.

### 4.1.3.1. Créer les groupes de charges

Etape 6: Créer les groupes de charges

Avant d'introduire la moindre charge, il est important de définir les différents cas de charges dont vous avez besoin. Cliquez sur le bouton  $\gamma_{g}^{\gamma_{u}}$  de la palette de la fenêtre 'Charges'. L'écran suivant s'affiche:

Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 - Poids propre - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)]	- 🗆 🗙													
💝 Eichier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenetres Aige	- 5 ×													
□ ☞ ■   □ ● ◎   □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □														
😨 答 告 🛛 Window 1 🔹 🚺 Charges 🔹 🖗 🖻 📴 💀 🗩 声 約 Q Q 🔯 🥒 🖻 匣 🕾 🗵														
y ^y _s ^{n⊥} [∞]	Niveau actif													
Poids propre 💌														
·	₩ ^{1,1} 2.70 m													
1 6 8	🛱 Gestion étages													
0,35 0,35	🚟 Niveau du sol 🛛													
Image: Second	- 🗆 🗙													
Coefficients de charges pour EN 1990 ▼ ▼ Classe de conséquence 2 ♀ Classe de servic 1 ♀														
Coefficients de charges pour EN 1990 V - Classe de consequence 2 V Classe de servic 1 V														
Ajouter groupe de charges         Insérer groupe de charges         Supprimer groupe de charges         Plusieurs cas plusieurs	ar groupe 🥅													
Nom groupe de charges $Y_{ell_1}$ , $Y_{ell_2}$ , $Y_{ell_2}$ , $\psi_0$ , $\psi_1$ , $\psi_2$ , $\varphi$ , $\xi$ , to $C_{kmod}^{\ell}$ , $C_{harge}$ , $\phi$	tion													
✓         Poids propre         1.35         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         0.85         0         permanent         —         3	++													
✓         charges permanentes         1.35         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         0.85         0         permanent         —         3	ŦŦ													
✓     charges d'expl. A : habitation     1.50     0.00     1.00     0.70     0.50     0.30     1.00     0     terme moyen     —     3	14													
). Grounes de charges incompatibles : Grounes de charges liés : Combiner grounes de charges : Dépreuner grounes de charges														
Compiler de charges interinperates ar charges interinges interinges de charges de charges interinges interinge														
Aide Annuler	ок													

### A propos de la fenêtre 'Groupes de charges'

- Dans le menu du haut, indiquez la norme à laquelle les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison doivent répondre. En ce moment, cette fenêtre indique 'Eurocode 0', sans annexe nationale.
- Dans certaines annexes nationales, les coefficients de sécurité dépendent aussi de la classe de conséquence et de la durée de vie du projet. Les deux sont liés à l'intérêt économique et/ou social de l'ouvrage. Une classe de conséquence/durée de vie du projet plus élevée/longue entraînera des facteurs de sécurité plus hauts.

- En haut à droite, vous pouvez indiquer la **classe de climat**. Cette classe de climat est représentative d'une teneur en humidité donnée de l'air/du bois. Diamonds utilise la classe de climat pour déterminer le facteur de modification  $k_{mod}$ . Le facteur de modification  $k_{mod}$  prend en compte l'influence de la durée de la charge et de la teneur en humidité sur les caractéristiques de résistance. Le facteur de modification  $k_{mod}$  dépend non seulement de la classe de climat mais aussi de l'espèce de bois et de la classe de durée de la charge. Vous devez indiquer la classe de durée de la charge pour chaque cas de charge dans la dernière colonne.
- Dans le tableau en-dessous, les cas de charge 'Poids propre', 'Charges permanentes' et 'Charge d'exploitation A' sont prédéfinis par défaut. A part le poids propre, vous pouvez les renommer ou les supprimer librement. Les cases à droite de chaque cas de charge contiennent les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison nécessaires pour la génération automatique des combinaisons de charges.
  - Nous ne discuterons pas les autres paramètres de cette fenêtre.

#### Etape 7: Modifier le type de 'charge d'expl.'

9	Diamonds	- StaalVB	1.bsf - [Wi	ndow 1	- Poid	s propr	re - (ki	N, kNm,	mm, k	N/m, kN	/ /m/	m, kN/m², °C)]		-	
🤗 <u>F</u> ichie	r <u>E</u> dition <u>V</u> ue <u>S</u> élection <u>M</u> ontrer	Analyser	Options Fe	<u>n</u> êtres /	Ai <u>d</u> e										- 5 :
D 🗃	📕 🖪 🅭 🚺 🗠 🗠 🗐 🖽	HH   #	: <b>T.:</b> (	88 📾 '	L Ke	6 8	<u>m</u> (9	Fe% IN		自ら					
80	🖷 🔀 Window 1 💽	Charg	jes			•	<b>B</b>	8	R	由《		•	DR		<b>N</b> =
y Yu A	14 0													Niveau	actif
•8 ±1	m .~													Verdie	ping 1 🔄
>				(	Group	es de o	charge	s						- 0	×
Coeffic	ients de charges pour EN 19	990	▼	-	Clas	se de co	onséquen	ce 2	\$			Classe de servic	1 🜲		
					Dur	ée d'utilis	sation	50	🚖 anr	nées					
	1		1						1						
Ajout	ter groupe de charges Insérer gr	oupe de char	ges		S	upprime	r groupe	de charg	jes				Plusieurs o	tas par groi	upe
	Nom groupe de charges	Yelus Yel		γ _{els±}	ψ	ψ,	ψ,	φ	ξ	to	Ce	kmod	Charge	Action	
				CIST	Ŭ	-	-			Ŭ	la	mou	charge	Action	
<ul> <li></li> </ul>	Poids propre	1.35 1.0	0 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	+++	
<ul> <li>✓</li> </ul>	charges permanentes	1.35 1.0	0 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	<u>+++</u>	
$\checkmark$	charges d'expl. H : toits 🔹 👻	1.50 0.0	0 1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0		terme moyen	—	<u>+++</u>	
	charges d'expl. G :véhicules lour 🔺 charges d'expl. H : toits														
	neige (H > 1000 m) neige (H <= 1000 m)														
	Vent Température														
	Sismique Ponts roulants														
Groupes de charges incompatibles Groupes de charges liés Combiner groupes de charges Dégrouper groupes de charges															
Aid	de												Annuler		<u>o</u> k

Modifiez le type de 'Charge d'expl. A' vers 'Charge d'expl. H'.

### Etape 8: Créer un groupe de charges 'vent'

Nous ajoutons maintenant un cas de charge 'vent'.

- Cliquez sur Ajouter groupe de charges pour ajouter un groupe de charges.

 Sélectionnez le type prédéfini 'vent' dans la liste. Notez bien que Diamonds remplit automatiquement les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison.

<del>.</del>	Diamond	s - Sta	alVB1.b	sf - [W	indow 1	- Poic	is propr	e - (kl	V, kNm,	mm, k	N/m, kľ	٧m	/m, kN/m², °C)]		-	
🍄 <u>F</u> ichi	er <u>E</u> dition <u>V</u> ue <u>S</u> élection <u>M</u> ontre	r <u>A</u> naly	ser <u>O</u> pti	ions Fe	e <u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e										- 5 ×
🗅 🖻	■ <b>Q                                   </b>	H FF	#	Tii		l H	<b>9</b>   %	m 🕀	Fe% I%	<u>  </u>   =	<b>₽</b> +0					
* 5	🖷 🔀 Window 1 💽	1	Charges				•	<b>B</b>	🔟 豆	R	.œ   «"	) e	R Q 🖾 🖉 🛛	DRP		E E
$\gamma_g^{\gamma_u}$	uit 😞														Niveau Verdie	actif ping 1 💌
÷						Group	es de c	charge	S						- 0	×
Coeffi	Coefficients de charges pour EN 1990 • Classe de conséquence 2   Classe de servic 1   Classe de servic 1   Durée d'utilisation 50   années															
Ajou	iter groupe de charges	roupe de	charges			:	Supprimer	r groupe	de char <u>o</u>	jes				Plusieurs o	as par gro	upe 🥅
	Nom groupe de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$	$\gamma_{\rm els+}$	ψ ₀	$\psi_1$	ψ2	φ	ξ	to	Co la	k _{mod}	Charge	Action	
<ul> <li>✓</li> </ul>	Poids propre	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	
<ul> <li>Image: A second s</li></ul>	charges permanentes	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	<u>+++</u>	
<ul> <li>✓</li> </ul>	charges d'expl. H : toits	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0		terme moyen	-	<u>+++</u>	
$\checkmark$	Vent	1.50	0.00	1.00	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	1.00	0		court terme	pro-	<u>+++</u>	
	charges d'expl. G : vichicules lour charges d'expl. H : toits neige (H > 1000 m) neige (H <= 1000 m) Vent Vent Température Sismique Ponts roulants V															
Group	Groupes de charges incompatibles Groupes de charges liés Combiner groupes de charges Dégrouper groupes de charges															
A	ide												4	Annuler		<u>o</u> k

Nous considérons 16 sortes de vent:

- Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
- Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )

Nous classons ces 16 sortes de vent en sous-groupes de charges. Vous pouvez définir des sous-groupes de charges en cochant Plusieurs cas par groupe .

A côté de chaque groupe de charges, vous pouvez indiquer combien de sous-groupes vous souhaitez et une figure de 'bonshommes' s'affiche. Cliquez sur la figure jusqu'à ce que les bonshommes se lâchent les mains.

### A propos des sous-groupes de charges

Les 'bonshommes' peuvent se donner la main ou non. Cliquez sur les bonshommes pour basculer entre les deux.

- Quand les bonshommes ne se donnent pas la main ³¹, cela veut dire que les sous-groupes de charges sont **incompatibles** (c.-à-d. que les sous-groupes de charges ne peuvent jamais se trouver ensemble sur la structure). C'est par exemple le cas du vent et de la neige.
- Si les bonshommes se donnent la main #, les sous-groupes de charges agiront tous ensemble sur la structure. C'est utile, par exemple, quand la charge permanente est scindée sur un plancher.

Coeffi	cients de charges pour [	EN 1990	Ţ	] (	lasse d	Group e conséq	uence 2	charg	BS années		Class	e de ser	vic 1	\$			
Ajou	ter groupe de charges Insér	er groupe de	e charges	]	Suppr	imer grou	ipe de d	harges							Plusie	urs cas par gr	oupe 🔽
	Nom groupe de charges	#	Туре	Nom cas de charges	γ _{elu-}	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$ -	$\gamma_{\rm els+}$	ψ	$\psi_1$	ψ ₂	φ	ξ	to	C¢ kmod	Charge	Acti
~	Poids propre	1			1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent	-	±1
~	charges permanentes	1			1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent		ŦŦ
~	charges d'expl. H : toits	1			1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0	terme moyen	-	±+
~	Vent	16	3£	Cas 1	1.50	0.00	1.00	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	1.00	0	court terme	peo	<u>++</u>
				Cas 2													
				Cas 3													
				Cas 4													
				Cas 5													
				Cas 6													
				Cas 7													
				Cas 8													
				Cas 9													
				Cas 10													
				Cas 11													
				Cas 12													
				Cas 13													
				Cas 14													
				Cas 15													
				Cas 16													~
<				1					1					1			>
Group	ues de charges incompatibles	Groupe	es de charg	jes liés	Cor	nbiner gr	oupes di	e charges		Dégrou	per grou	pes de cl	harges				
Ai	ide														Annuler	1	ОК

Complétez le tableau comme ci-dessous:

Remarque: Comme nous examinons la ferme en 2D, nous n'avons pas fait générer le vent hors du plan, mais vous pouvez aussi le faire à l'aide du générateur de vent.

#### Etape 9: Créer des groupes de charges 'neige'

Préparez enfin un dernier cas de charges à l'aide de Ajouter groupe de charges. Préparez ce cas de charge du type 'neige' (H  $\leq$ 1000m) et définissez 3 sous-groupes de charges.

- Cas 1
- Cas 2
- Cas 3

Coeffici	ents de charges pour	EN 1990		• • (	Classe d Durée d'	e conséq utilisation	uence 2	2 호	années		Class	se de ser	vic 1	ŧ			
Ajoute	er groupe de charges Insé	rer groupe de	charges	]	Suppr	imer grou	ipe de c	harges							Plusier	urs cas par gro	oupe [
	Nom groupe de charges	=	Туре	Nom cas de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{elu+}$	$\gamma_{\rm els}$ -	$\gamma_{els+}$	$\psi_0$	$\psi_1$	ψ ₂	φ	ξ	to	C¢ kmod	Charge	Acti
				Cas 2									1				
				Cas 3													
				Cas 4													
				Cas 5													
				Cas 6													
				Cas 7													
				Cas 8													
				Cas 9													
				Cas 10													
				Cas 12													
				Cas 13													
				Cas 14													
				Cas 15													
				Cas 16													
~	neige (H <= 1000 m)	3	₹£	Cas 1	1.50	0.00	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	1.00	1.00	0	court terme	*	4.
				Cas 2				1									
		3 🚖		Cas 3													
<																	>
Groune	es de charges incompatibles	Groupe	s de char	oes liés	Cor	mbiner ar	oupes d	e charge		Dégrou	oer arou	nes de cl	narges	1			

Cliquez ensuite sur le bouton 'OK'.

### 4.1.3.2. Introduire les groupes de charges

Maintenant que les groupes de charges sont définis, nous pouvons attribuer des charges à la structure.

Etape 10: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le poids propre est calculé automatiquement.



- Nous appliquons une charge permanente sur les deux arbalétriers.
  - Sélectionnez le cas de charge 'Charge permanente' dans le menu déroulant.
  - o Sélectionnez ensuite les deux arbalétriers.
  - Cliquez sur le bouton ². A l'aide de ce bouton, appliquez des charges réparties sur une barre dans le sens parallèle à l'un des axes globaux.
  - Complétez la boîte de dialogue comme suit:

Image: StaalVB1.bsf - [Window 1 - charges permanentes - (kN, kNm, mm, kN/m, kN/m, kN/m², °C)]	- 0 ×
🥮 Eichier Edition ሂ e Sélection Montrer Analyser Options Fenetres Aige	_ 8 ×
□ ☞ ■   □ ☞ ◎   □ □ ◎   Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ □ ◎ □ ◎ ■ ◎ □ □	
😨 西 浩 🛛 Window 1 🔽 🚺 Charges 🔹 🏟 中 💹 豆 🗿 中 🖉 豆 🖉 🖉 Q Q 2 🖉 🥒 🖻 匣 🖭 豆	
γ ^λ αμ <u></u>	Niveau actif
3 4m **	Verdieping 1 💌
	2.70 m
10 M	2.70 m
Force sur une ligne	🛱 Gestion étages
	I Niveau du sol
	戶 Plan de dessin
XXXXX XXXX	X = 0.00 m Y = 2.70 m
· Température	Z = 0.00 m
Valeur debut 3 knv/m C Valeur debut	Représentation
valeur fin 3 kN/m	\$\$ \$\$ \$\$
Longueur barre = 7.11 m (première barre sélectionnée)	D 🕸
longueur de l'élément physique = 7.11 m (première barre sélectionnée)	Grandeur
distance du début	Police 20 🚖
	Symboles 20 🚖
distance de la fin 0.00 m	Charges 10 🚖
valeurs et distances liés à l'élément physique	Résultats 15 🚖
	Affichez groupes
Aide <u>A</u> nnuler <u>Q</u> K	Aucun 💌
Ľ Ľ	11
	1.

Les charges introduites sont représentées graphiquement dans la fenêtre 'Charges'.



Vérifiez à l'aide d'figure ci-dessus ou si vous avez entré les charges correctement. Si vous avez fait une erreur, vous pouvez

- double-cliquez sur l'élément pertinente et dans la fenêtre qui apparaît ajuster les valeurs.
- OU sélectionner les éléments avec une erreur et supprimer les charges avec [™]. Vous devez définir la charge par la suite.
- Introduisez de la même manière le cas de charge 'Charge d'exploitation: H' une charge de 2kN/m répartie sur les deux arbalétriers.



Nous plaçons une charge trapézoïdale (0,50kN/m à 0,75kN/m) sur les deux colonnes. Sélectionnez par exemple la colonne de droite et

cliquez sur Seconde l'option Valeurs liées à élément physique' est cochée. Du fait que nous avons défini la colonne comme groupe physique, Diamonds va placer la charge trapézoïdale sur la colonne entière et pas sur chaque sous-colonne séparément.



Faites la même chose pour la colonne de gauche, mais introduisez cette fois des valeurs négatives (-0,50 et - 0,75 au lieu de 0,50 et 0,75).



Etape 11: Introduire des groupes de charges 'vent'

### Pour générer du vent:

- Cliquez sur le bouton et mettez le niveau de sol sur 0,0m.



- Sélectionnez le groupe de charges 'vent' et le premier sous-groupe de charges 'vent l o -> r o (-0.3)' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🎦 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

Image: Selection with the selection of the selection with the selection of the select	Paramètres du terrain ×	
D 🛩 🖬 🗟 🖨 🕅	Norme: EN 1991-1-4 -	
Y _g ^y <u>dil</u> ⊕ Vent ▼ Geval 1 ▼	Réduction d'un facteur 0.85 pour défauts de corrélation         Coeff. structurel CsCd:	Nveau actif Verdeping 1 2.70 m
+	Facteur de direction Cdir :     1.0       coeff. de saison Cseason     1.0	F Gestion étages
Température Neige ent	Densité de l'air : 1.3 kg/m³ ✓ Facteur de probabilité Cprob: 1.0 C V _{b,0} par localisation: Carte	Y = 2.70 m Z = 0.00 m Représentation
Sismique     Dynamique     Mobile	$( \bullet V_{b,0} = \text{vitesse du vent} : 26 m/s$ $( \bullet q_b = \text{pression du vent} : 0.42 kN/m^2$ Type de terrain : I $( \bullet - 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$	Grandeur Police 20 호 Symboles 20 호
	Coefficient orographique	Charges 10 Résultats 15 Affichez groupes Aucun
	Aide QK	Lx and a

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-4 [--].
- Optez pour une vitesse du vent de base de 26m/s et un type de terrain I.
- o Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez maintenant l'ensemble de la ferme et cliquez sur 🖄.
  - Procéder à la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer 'le vent.

🤪 Diamonds - S	🦻 🛛 🦷 🗖 🖉 🦉 Générateur de vent pour structure 2D 🛛 🚽 🗖
💝 Eichier Edition Vue Sélection Montrer An	
□☞ ■ 🛛 ● 🗊 🗠 ○ 田田	Éléments portantes pour les charges dans le plan
🗑 👼 🗮 🛛 Window 1 💽 🚺	
Y ^y _s ∰± Vent Geval 1	Géométrie Largeur totale de la construction: 14,00 m Localisation du portique: 10 m m Profondeur totale de la construction: 20,00 m Distance au portique avant: 5 m m Toture isolée Distance au portique arrière: 5,00 m
× Vent	godale > date > godale date >
Pro Contraction Co	✓ ascendant gauche - ascendant droite     Vent     ✓ Cas 1     ✓       ✓ ascendant gauche - descendant droite     Vent     ✓ Cas 2     ✓       ✓ descendant gauche - ascendant droite     Vent     ✓ Cas 3     ✓       ✓ descendant gauche - descendant droite     Vent     ✓ Cas 3     ✓
	✓ Operatemative     0,20 ▼
	I ascendant gauche - ascendant droite Vent ▼ Cas 5 ▼
	✓ ascendant gauche - descendant droite     Vent     ✓       Cas 6     ✓
	✓  descendant gauche - ascendant droite      Vent  ▼      Cas 7
	Image: Second and gaudhe - descendant droite     Vent     Image: Cas 8     Image: Second and gaudhe - descendant droite
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>OK</u>



o Résultat :



### A propos du générateur de vent

- Dans la partie supérieure, vous pouvez voir une copie des barres sélectionnées. Les barres en gras représentent le pourtour de l'ossature sur laquelle le vent est supposé agir.
- Notez dans le cadre 'Géométrie' la profondeur totale de la structure ainsi que la position de l'ossature sélectionnée par rapport à la façade avant (FRONT) et la distance jusqu'à l'ossature précédente et l'ossature suivante. La figure de droite vous montre, en plan terrier, la position de cette ossature par rapport à l'avant et à l'arrière du bâtiment. L'ossature précédente et la suivante sont aussi représentées, mais en pointillé. Le repère d'axes en haut à gauche définit clairement l'orientation du bâtiment.
- Dans les onglets 'gauche -> droite', 'droite -> gauche', 'avant -> arrière' et 'arrière -> avant', indiquez les charges de vent à générer, le coefficient de pression interne c_{pi} avec lequel calculer et le groupe de charges dans lequel classer ces charges.

### Etape 12: Introduire des groupes de charges 'neige'

Pour **générer** de la neige:

- Sélectionnez le groupe de charges 'neige' et le premier sous-groupe de charges 'Cas 1' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🏁 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

<b></b>	Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 - neige (H <= 1000 m) - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m², °C)] – 🗆 💌
Sichier Edition	Vue <u>S</u> élection <u>Montrer</u> <u>Analyser</u> <u>Options</u> Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e
	\$P\$ ■ \$P\$     \$P\$ \$P\$ \$P\$ \$P\$ \$P\$ \$P\$ \$P\$ \$P\$
😿 🖾 🖷 🖂 (Wind	low 1 🖸 Charges 🚽 🏟 🕂 💹 🛃 🦸 🖓 🗨 🦉 🖉 🖉 🔟 🖾 👘
γ ^g ^t m ⇔	Niveau actif
neige (H <= 10 💌	Paramètres générateur neige
Geval 1 💌	
$\mathcal{M} \neq^{T}$	Norm: EN 1991-1-3 - Zone: Centre Ouest
4 2 2	
+ > \$	Région: 3 💌 Carte
Pr. 8	Altitude: 0.00 m
v Tampératura	Charge de la neige sur le sol (Sk) : 0.41 ktv/m²
Neige	Ajustement à la période de retour V = 1.0 : Sn/Sk = 1.0
* 0 0	
▼ Vent	Ce : Coefficient d'exposition
<ul> <li>Sismique</li> <li>Dynamique</li> </ul>	Ct : Coefficient thermique
* Mobile	Tenir compte d'un débordement de la neige aux bords

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-3 [--].
- Optez pour '[--] Centre Ouest Région 3' comme zone.
- Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez maintenant l'ensemble de la ferme et cliquez sur pour lancer le générateur de neige.

🤗 Dia	Générateur de neige	×
Eichier Edition Vue S		- 8 ×
0 🛩 🖬 🖪 🖉 🖗		
🐺 🔄 🖷 🔀 Window 1		- E
y ^y at O		if
neige (H <= 101 🔻		1 •
Geval 1		.70 m
X A		.70 m
∕n T∕		on étages
+ + +		u du cel
F > 99		e dessin
Pr D		00 m
Température		70 m 00 m
A Neige		ation
*		30
内 🖉 🖗	Largeur reprise par le portique : 5,00 m	6
Vent	Cas de charge de neige:	
* Dynamique		20 🜲
Y Mobile		20 🜲
		10 🜲
		15 🜲
	✓         neige (H <= 1000 m)	oupes
		•
		50 10
	Aide Annuler OK	

 Complétez la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer la neige.



### A propos du générateur de neige

- Dans la partie supérieure, vous pouvez voir une copie des barres sélectionnées. Les barres en gras représentent le contour du portique. Sur base de ce contour, le logiciel calcule la charge de neige sur toutes les barres horizontales et les barres obliques éventuelles.
- Dans la partie centrale, indiquez pour quelle région vous désirez générer la neige. La charge de neige sur le sol est déterminée sur base du pays, de la zone, de la région choisis,
- Indiquez enfin quelles charges de neige générer et le groupe de charges dans lequel classer ces charges.

### 4.1.3.3. Faire des combinaisons

#### Etape 13: Faire des combinaisons

Cliquez sur le bouton dans la palette correspondant à la configuration 'Charges' .

Une boîte de dialogue s'affiche, avec une liste encore vide de combinaisons. Cliquez sur le bouton ^{Générer automatiquement les combinaisons}, indiquez dans le menu déroulant que vous souhaitez appliquer l'équation 6.10 classique, encore que prudente, et cochez tous les états limites.



Après que vous avez cliqué sur le bouton 'OK', toutes les combinaisons exigées selon la norme s'affichent, regroupées par état limite. Si vous le souhaitez, vous pouvez encore modifier ces combinaisons voire définir vos propres combinaisons.

Combinaisons de charges – 🗆 🗙									
Générer automatiquement les combinaisons Créer une combinaison									
ELU CF (état limite ultime - combinaison fondamentale)									
Grou	upe de charg	es te ultime - combi	asison fondamentale)		=	nt	neige (H <= 1000 m)		^
ELU CS (état limite ultime - combinaison rondamentale)				×	1.50	0.50 x 1.50			
ELU	IN (état limit CR (état limit	e ultime - incend te de service - co	ie) mbinaison rare)		x	1.50	0.50 x 1.50		
ELS	CF (état limit	e de service - co	mbinaison fréquente)	(anosta)	x	1.50	1.00 x 1.50		
4	ELU CF 4	1.00 x 1.35	1.00 x 1.35	0.00	0.0	00	0.00		
5	ELU CF 5	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	1.00 x 1.50	0.60 x 1.50		0.50 x 1.50		
6	ELU CF 6	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	1.00 x	1.50	0.50 x 1.50		
7	ELU CF 7	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	0.60 x	1.50	1.00 x 1.50		
8	ELU CF 8	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	0.0	00	0.00		
9	ELU CF 9	1.00 x 1.35	1.00 x 1.00	1.00 x 1.50	0.60 x	1.50	0.50 x 1.50		~
Įv	Modifier une combinaison     Supprimer une combinaison     Supprimer toutes les comb.								
A	i <u>d</u> e						<u>A</u> nnı	uler	<u>о</u> к

Cliquez sur 'OK' pour fermer la boîte de dialogue des combinaisons de charges.

Les noms des différentes combinaisons de charges se retrouvent maintenant aussi dans le menu déroulant de la palette 'Charges'. Sélectionnez une de ces combinaisons, et l'ensemble des charges qui interviendront pendant cette combinaison s'affiche dans la fenêtre.



### 4.1.4. Calcul du maillage

### Etape 14: Générer le maillage

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.1.4.

### 4.1.5. L'analyse élastique globale

Une fois que nous avons déterminé la géométrie de la structure et les charges qui agissent sur cette dernière, nous pouvons procéder au calcul de la structure. Ce calcul se déroule en 2 phases:

- Tout d'abord, nous calculons la répartition interne des forces selon une analyse élastique.
- Ensuite, nous soumettons ces résultats à un contrôle de résistance et de stabilité suivant une norme bien déterminée (voir §4.1.6 et §4.1.7).

### Etape 15: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Etude – Analyser'. Vous pouvez aussi lancer directement l'analyse à l'aide de 🗐 ou de la touche de fonction **F9**.

Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, indiquez quel type d'analyse Diamonds doit effectuer. Nous nous limiterons à un calcul du premier ordre et nous ne tiendrons pas compte de défauts structurels (imperfections).

-	🥹 Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 - neige	e (H <= 1000 m) - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)]	- 🗆 🗙
ľ	Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres	Aide	- 8 ×
	D 🚔 🛢 🔍 曇 🐧 🖉 🔍 田田田 🔠 🚺 📓	★ ★ ★ 答 亚 ④ 例 ▼     F ■ 椅	
ĺ	😵 🗟 🖷 🛛 Window 1 💽 🚺 Charges	- 60 - 10 - x + + * Q Q 11 / 0 E - 1	
Ĩ	y ^y _a mi ⊗ im ⊗		Niveau actif
	neige (H <= 10 ▼	iramètres de l'analyse	TTLA 1 2,70 m
	Geval 1 V	Dynamique	2.70 m
	Analyse		Gestion étages
	+ → ↓		Niveau du sol
	C Calcul ordre 2		$\frac{12}{X} = 0.00 \text{ m}$ $Y = 2.70 \text{ m}$
	Température     Nombre maximal d'itérations pour	s barres: 0,01 % second ordre: 10	Z = 0.00 m Représentation
	Nombre maximal d'itérations pour non-lir	néarités: 50 🚖	
	Y D H		D 40
			Grandeur
	✓ Dynamique     ✓ Mobile     ✓ Assemblages		Police 20 🚖
Î	▼ Fissuration du béton		Charges 10 \$
		)	Résultats 15 📚
	Aig	e Annuler < Précédent Suivant > OK	Affichez groupes
			Aucun 💌
		۲_x	
I			1

Nous choisissons une analyse du premier ordre et nous confirmons par 'OK'. Une boîte de dialogue vous montre l'avancement du calcul.

Exécution de l'analyse	STOP				
Transfert du modèle vers le coeur de calcul (ça peut prendre du temps)					
Paramètres					
	25.:24-:0 \				

Le bouton ¹ vous permet d'arrêter le calcul. Si vous stoppez le calcul, il faudra le recommencer entièrement par la suite.

### Etape 16: Passer à la configuration 'Résultats'

Pour examiner les résultats du calcul de manière graphique, nous sélectionnons la configuration 'Résultats'. Pour ce faire, sélectionnez ou 'Résultats' dans la liste déroulante.



### A propos de la configuration 'Résultats'

Dans le haut de la palette correspondante, du côté gauche de la fenêtre modèle, vous voyez plusieurs boutons qui représentent chacun un groupe spécifique de résultats.

- Seuls sont disponibles les boutons pour lesquels un calcul a été effectué.
- Une fois qu'un de ces boutons est enfoncé, vous pouvez visualiser les résultats partiels.
- Indiquez ensuite la combinaison de charges dont vous souhaitez examiner les résultats. Dans un premier menu déroulant, sélectionnez le type de combinaison de charges (groupe de charges individuel, ELU CF, ELU SC, ELS CR, ELS CF ou ELS QP), puis indiquez quel groupe de charges spécifique ou quelle combinaison il faut visualiser. Dans le cas d'une combinaison de charges, vous avez le choix entre une combinaison de charges individuelle (désignée par un numéro) ou l'enveloppante. Dans les cas où le résultat propose une enveloppante, il se peut qu'il faille encore, pour certains résultats, indiquer s'il faut afficher les résultats minimaux (min) ou maximaux (max).

Nous allons parcourir ci-dessous quelques résultats.

### Etape 17: Flèche

Diamonds vous montre par défaut les déplacements verticaux dans la direction Y pour la première combinaison (ou la première groupe de charge quand vous avez aussi générer les combinaisons pour les groupes de charge). Vous remarquerez que le bouton pour les déplacements est

actif ¹. Ci-dessous le bouton pour les déplacements verticaux suivants l'axe Y global ^(h) ^{(sy} est actif.


Sélectionnez ensuite le groupe de combinaisons 'ELS RC' et sélectionnez l'enveloppante des résultats.

- La flèche maximale est de 61,0mm.
- Dans toutes les combinaisons ELS RC et sur chaque position de la poutre, Diamonds cherchera la valeur minimale de la déformation. Ces valeurs sont représentées par la ligne mince.

Dans toutes les combinaisons ELS RC et sur chaque position de la poutre, Diamonds cherchera la valeur maximale de la déformation. Ces valeurs sont représentées par **la ligne épaisse**.

Ainsi que cette image s'appelle 'enveloppe'.



Notez bien que vous pouvez régler la grandeur de l'écart dans la palette 'Grandeur' qui se trouve du côté droit de la fenêtre de travail.

#### A propos de l'échelle

Diamonds applique par défaut une échelle de couleur symétrique pour tous les résultats. Mais vous pouvez choisir une autre indication d'échelle **1**.

Vous devez comprendre cette échelle standard comme suit: les valeurs extrêmes de la palette de couleurs correspondent à la plus grande valeur positive OU à la plus grande valeur négative. L'échelle de couleurs va effectivement de -61,0 à +61,0mm. Mais la plus grande et la plus petite valeur sont reprises respectivement au-dessus et en-dessous de l'indication d'échelle. Par conséquent, dans le résultat ci-dessus, seule la moitié inférieure de la palette de couleurs sera utilisée.

#### Etape 18: Déformation dans la fenêtre de détail

Sélectionnez la poutre gauche. Cliquez sur l'icône 📓 à l'extrême droite de la barre d'icônes pour demander un résultat détaillé. Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Du côté gauche, vous trouvez tous les boutons de la palette 'Résultats' qui sont d'application pour les poutres.



Notez bien que, cette fois, les déformations sont définies suivant le repère d'axes local des barres. Le déplacement angulaire  $\varphi_{x'}$  (autour de l'axe local x') est également représenté. Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 19: Contraintes dans la fenêtre de détail

La figure ci-dessous représente les contraintes élastiques pour l'enveloppante 'ELU CF'.



Pour estimer si la structure est en mesure de résister aux forces agissantes, nous devons effectuer une vérification suivant l'Eurocode 3. Mais nous pouvons dès à présent faire une première estimation des chances de succès. Pour ce faire, nous examinons les contraintes. Ces contraintes ne peuvent pas dépasser la limite de fluage dans l'état limite ultime (pour S235: $f_y = 235N/mm^2$ ). Nous pouvons ainsi vérifier rapidement si cette limite est bien respectée.

Dans cet exemple, la limite de fluage est pourtant dépassée (en ELU CF). En cas de dépassement léger, on ne peut pas dire a priori si la structure sera satisfaisante ou non, parce que les contraintes montrées sont des contraintes normales élastiques et que, d'une part, la vérification ne se fait pas toujours de manière élastique mais se fait souvent aussi de manière plastique et, d'autre part, tient aussi compte des contraintes de cisaillement. Une vérification s'impose donc ici.

Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire

une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,45m. Notez '2,45' sous la flèche blanche.

En cas de combinaison enveloppante, la combinaison déterminante s'affiche aussi. Vous pouvez éliminer cet affichage en cliquant une fois sur le bouton  $\square$ , qui se changera en  $\square$ .

Cliquez sur 'OK'.

Etape 20: Contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)

Maintenant montrez les contraintes pour la combinaison UGT FC1.

- Sélectionnez la poutre à gauche et cliquez sur l'icône a droite dans la barre d'outils.
- Ou double-cliquez sur la poutre à gauche.

Une nouvelle fenêtre s'ouvre.



Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,5m. Notez '2,5' sous la flèche blanche.

Cliquez avec la souris sur la section pour consulter les contraintes sur chaque position.

*A propos des contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)* Choisissez à gauche en haut pour quel groupe ou **combinaison de charges** vous souhaitez montrer les contraintes.

Déplacez la **position de l'ascenseur horizontale** pour voir les contraintes dans la section à une certaine position de la barre. En cliquant cette distance, vous pouvez introduire une valeur à choix.

Résultats avec échelle :

- Dans la zone au milieu, la section sélectionnée est représentée graphiquement avec ses axes principaux d'inertie. Quand une section est double symétrique, ces axes seront coïncidents avec les axes locaux.
- Sur les axes principaux, vous voyez des points rouges. Ce sont les points pour lesquels les résultats de contrainte  $(N + M_y \text{ et } N + M_z)$  sont représentés dans la fenêtre des résultats globaux de Diamonds. La position de ces points est déterminée comme l'intersection des axes principaux avec le rectangle qui enveloppe la section (EN : bounding box).
- Lorsque vous approchez ces points rouges avec le curseur, Diamonds va se caler à eux.
- Bougez la souris sur la section pour voir les contraintes à une certaine position. Introduisez les coordonnées 'x' et 'y' pour montrer les contraintes dans un point à choix. Les contraintes dans cette fenêtre sont basées sur N + M_y + M_z
- Compression est négative, traction est positive.

Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 21: Moments $M_{\gamma}$

Nous visualisons cette fois les moments fléchissants  $M_y$ . Dans la palette, cliquez sur  $\mathfrak{M}_y$  et sélectionnez les résultats de la barre  $M_y$ . Choisissez la combinaison enveloppante ELU CF.



La ligne des moments est toujours représentée sur le côté en traction de l'élément. Le signe du moment correspond à la direction des axes locaux. Dans ce cas-ci, l'axe local z' est orienté vers le haut, donc traction dans la partie supérieure.

#### Etape 22: Réactions

Une fois revenus dans la fenêtre modèle, nous cliquons sur le bouton de la palette pour afficher les réactions. Toutes les réactions sont représentées séparément par Diamonds. Dans cet exemple, nous nous intéressons aux réactions verticales des nœuds sous la combinaison 'ELS CR': nous sélectionnons les réactions aux points d'appui  $R_{\gamma}$ .



Jusqu'à présent, nous avons eu un aperçu des fonctionnalités dans la configuration 'Résultats'.

# 4.1.6. Paramètres du contrôle de stabilité

#### A propos du dimensionnement d'acier

Les forces internes à la structure sont connues. Demandons-nous maintenant si la structure peut vraiment supporter ces forces internes. Nous le faisons à l'aide du contrôle normatif (voir §4.1.7). Ce contrôle normatif comprend 2 volets:

- Contrôle de résistance: la structure est-elle suffisamment résistante pour résister aux forces internes?
- Contrôle de stabilité: la structure est-elle suffisamment stable et ne va-t-elle pas flamber ou déverser sous l'effet des forces?

Pour effectuer le contrôle de résistance, vous ne devez rien paramétrer d'externe. Pour mener à bonne fin le contrôle de stabilité, vous n'avez qu'à définir, en tant qu'utilisateur, les paramètres de flambement et de déversement.

### 4.1.6.1. Flambement

Le flambement est le phénomène par lequel une barre cède/devient instable sous l'effet d'une compression.

Comme Diamonds travaille selon le principe d'axe-en-axe, il se peut que des éléments continus (= des éléments réalisés d'une seule pièce) soient modélisés sous la forme d'une série d'éléments distincts successifs.

Dans cet exemple, les colonnes sont réalisées comme un seul tout, bien que nous ayons introduit des appuis à mi-chemin dans le sens z. Le fait que cette colonne se compose de 2 éléments distincts peut induire une sous-estimation des longueurs de flambement si nous n'effectuons pas les définitions correctes.

Par 'définitions correctes', nous entendons le paramétrage de 'groupes de flambement'. A cet effet, nous imposons à Diamonds les barres qui peuvent flamber ensemble dans une direction donnée.

#### Etape 23: Définir des groupes pour le flambement

Pour définir les groupes, nous revenons à la fenêtre 'Géométrie' M, où

nous sélectionnons une représentation solide 🥙 de la structure en perspective.

Puisque le flambement se produit toujours autour de l'axe (local) fort ou faible, nous faisons apparaître à l'écran le repère d'axes local des barres via 1.

Diamonds     Diamonds     Erbier Edition Vie Selection Montrer Analyser Options Emétres		Configuration fenêtre	×
↓ period     period     period     period     period     regarded       □     □     □     □     □     □     □     □       □     □     □     □     □     □     □     □       □     □     □     □     □     □     □       □     □     □     □     □     □	configuration actuelle :	•	Enregistrer config. actuelle
	Nom configuration Géométrie Maillage	źtrie	
	Points	<u>Lignes</u>	Surfaces
z * x , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Montrer points	Montres axes  Numéro lignes  Numéro lignes	Transparence :   50 😴 %
夕崩建 汉詩中 →	I∙ nom de rasselliblage	Crientation section	Epaisseur
南班区		I✓         Repère d'axes local           I✓         Rigidite extremites	<ul> <li>☐ Repère d'axes local</li> <li>↓ Rigidité extrémités</li> </ul>
		Matériau Lignes de bord	Matériau     Lignes de bord
		Longueur de flamb. y' (u)     Longueur de flamb. z' (v)     Distance entre les supports	Armatures pratiques     Orientation
tie m 12		au déversement z>0	
		au déversement z<0	
		☐ Supports de dévers. z<0	
	Ai <u>d</u> e		<u>A</u> nnuler <u>OK</u>

En bas à droite, vous trouvez une palette qui permet de définir des groupes. Vous pouvez grouper les barres sélectionnées avec le bouton et les dégrouper avec .



Nous examinons d'abord les groupes pour le **flambement autour de l'axe** y'(u) de la colonne de droite (sélectionnée)

- Nous sélectionnons donc 'Flambement autour de y'(u)' dans la liste déroulante (voir figure ci-dessus).
- Un flambement autour de l'axe y'(u) veut dire, pour ces colonnes, flamber vers la gauche ou vers la droite dans le plan de la ferme. Etant donné que rien n'entrave le flambement des deux parties de colonne dans cette direction, il faut les grouper.
- Sélectionnez les 2 colonnes et cliquez sur ²
- La même chose s'applique à la colonne de gauche (répétez l'opération ci-dessus pour la colonne de gauche).

Nous examinons ensuite les groupes pour le **flambement autour de l'axe z'(v)** de la colonne de droite (sélectionnée) (voir figure ci-dessous).

- Nous sélectionnons donc 'Flambement autour de z'(v)' dans la liste déroulante.
- Un flambement autour de l'axe z'(v) veut dire, pour ces colonnes, flamber vers l'avant ou vers l'arrière hors du plan de la ferme. Puisque l'appui dans le sens Z entrave le flambement conjoint des 2 parties de colonne dans ce sens, il faut les dégrouper. Si la partie

supérieure de la colonne flambe autour de l'axe z'(v), cela ne veut pas dire que la partie inférieure en fera autant.

- Sélectionnez les 2 colonnes et cliquez sur
- La même chose s'applique à la colonne de gauche (répétez l'opération ci-dessus pour la colonne de gauche).

L'entrait n'étant pas divisé, vous ne pouvez ni devez paramétrer ici aucun groupe.



#### Etape 24: Calcul des longueurs de flambement

Maintenant que les groupes sont correctement définis, nous pouvons calculer les longueurs de flambement. Pour calculer les longueurs de flambement, cliquez sur l'icône *k* dans la barre d'icônes du haut.



Diamonds vous demande, en fonction du sens (autour de l'axe y'(u) ou z'(v)), pour quel type de structure et pour quelle sorte d'analyse ultérieure vous voulez calculer les longueurs de flambement. Nous sélectionnons ici l'option 'nœuds semi-déplaçables'. C'est elle qui vous fournira les longueurs de flambement les plus réalistes. Vous trouverez davantage d'informations sur les options du calcul des longueurs de flambement dans le Manuel de référence Diamonds. Cliquez sur 'OK' pour lancer le calcul des longueurs de flambement.

Pour visualiser les longueurs de flambement qui viennent d'être calculées, nous retournons (si nécessaire) dans la fenêtre 'Géométrie' 🖗. Cliquez ensuite sur 🔳 et demandez à examiner les longueurs de flambement dans le plan et hors du plan.

		_



### 4.1.6.2. Déversement

Le déversement est un phénomène par lequel la semelle comprimée devient instable (cède) sous l'effet d'un moment fléchissant.

#### Etape 25: Définir la longueur de déversement

Dans ce modèle 2D, nous ne modéliserons pas les pannes qui se trouvent dans le toit (voir modèle 3D). Toutefois, la présence de ces pannes a un effet sur la longueur de déversement. C'est pourquoi nous allons représenter les pannes par des appuis au déversement.

- Passez à la configuration 'Géométrie' 👼.
- Sélectionnez les entraits et cliquez sur



Dans cette fenêtre, vous pouvez:

- examiner/adapter les longueurs de flambement (calculées ou non)
- imposer les appuis au déversement via l'onglet 'Appuis au déversement'
- adapter les paramètres de déversement.

Puisque nous venons de calculer les **longueurs de flambement** au §4.1.6.1, nous ne devons plus rien définir à leur propos.

Il est préférable de toujours laisser les paramètres avancés de déversement sur 'Calculé'.

Nous supposons que les pannes font obstacle au déversement de la semelle inférieure comme de la semelle supérieure du profilé. Comme chaque pan de toiture comprend 3 pannes, augmentez le nombre d'appuis au déversement à '3'.

Les petits ronds rouges qui apparaissent dans le modèle au droit des entraits indiquent la présence de ces appuis au déversement.



# 4.1.7. Le contrôle de résistance et de stabilité

#### A propos du contrôle de résistance et de stabilité

Le contrôle de résistance et de stabilité nous permet de vérifier la résistance et la sensibilité au flambement/déversement des barres selon une norme donnée.

Avant de lancer le calcul, nous contrôlons les caractéristiques de l'arcier.

Sélectionnez l'instruction du menu 'Modifier – Bibliothèque matériaux...' et sélectionnez le matériau 'S235' dans la colonne de gauche. 'Acier S235' est un

matériau :	standard.	Les matériaux standard sont caractérisés	par l'icône	щ
	~		×	

Chercher # Acier Fe 355W # Acier Fe 360 # Acier Fe 430	Nom 5235 Type matériau acier
Ader Fe 510     Ader 5235     Ader 5235     Ader 5275     Ader 5275     Ader 5275     Ader 5275     Ader 5275     Ader 5320G0+2     Ader 5355     Ader 5355     Ader 5355     Ader 5355     Ader 5355     Ader 5355	Proprietés mécaniques       Proprietés thermiques       Avancé         Image: Eurocode 3 : EN 1993-1-1/3       Image: Eurocode 3 : EN 1993-1-1/3       Image: Eurocode 3 : EN 1993-1-1/3         Module d'élasticité       210000       N/mm2         Coefficient de Poisson       0.3         Module transversal       80769         Coeff. Dilatation therm.       0.000012         Densité       7850.0

Les caractéristiques d'un matériau standard ont été déterminées sur base de la norme et vous ne pouvez pas les modifier. Si vous souhaitez quand même apporter des modifications dans les matériaux standards, vous devez créer un nouveau matériau. Les matériaux définis par vous-même sont caractérisés par l'icône

Sur le côté droit de cette fenêtre, vous trouvez :

- les propriétés élastiques : le module d'élasticité, le coefficient de Poisson, le module transversal, le coefficient de dilations thermique et la densité.
- les propriétés thermiques utilisées dans une analyse d'incendie
- les caractéristiques de résistance dans l'onglet 'Avancé'. Nous allons parcourir en particulier les caractéristiques qui s'appliquent pour l'Eurocode 3: EN 1993-1-1 [--] : la limite d'élasticité f_y, la résistance à la traction f_u en fonction de l'épaisseur des éléments (semelle et âme) et les coefficients de sécurité.

Ader Fe 355W     Ader Fe 350     Ader Fe 430     Ader Fe 510     Ader S255     Ader S250GD+Z     Ader S255	Type matériau acier Propriétés mécaniques Propriétés thermiques Avancé
A der S275 M A der S275 M A der S350GD + Z A der S350GD + Z A der S355 M A der S355 M A der S355 M A der S460 M A der S460 M A der S460 M A der S460 M B éton C12/15 B éton C12/15 B éton C20/25 B éton C3/37 B éton C3/37 B éton C40/50	Résistance         Epaisseur       0.0 - 40.00.0 - 150. mm         Limite d'élasticité fy       235.0       215.0         N/mm ² P         Epaisseur       0.0 - 40.00.0 - 150. mm         Résistance à la traction fu       360.0       360.0         N/mm ² P         Coefficient de sécurité $\gamma_{M1}$ 1.0 $\gamma_{M5}$ $\gamma_{M2}$ 1.3 $\gamma_{M6}$ 1.0 $\gamma_{M3}$ 1.3 $\gamma_{M7}$ 1.1

Cliquez sur 'OK' pour fermer la bibliothèque des matériaux.

#### Etape 26: Choix de la norme acier

Commencez toujours par vous assurer que vous avez choisi la bonne norme. Sélectionnez dans le menu 'Analyser – Norme acier – Eurocode 3: EN 1993-1-1 - ... - méthode1'.



#### Etape 27: Contrôle de résistance et de stabilité

Pour lancer le contrôle normatif, sélectionnez 'Analyser – Contrôle normatif acier et bois...' dans le menu ou cliquez sur ^{Fg/} ou **F3**.

Operation         Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 (m)]		- • ×
Eichier Edition Vue Selection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide		- 8 ×
😨 🗟 🖷 🖂 Window 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 🔹 🏟 砘 💹 😾 🌾 🔍 🔍		
N. X		Niveau actif
©∰ Z Vérification ×		ZETA 2.70 m
		ATT T
Action		A 2.70 m
Verification uniquement pour éléments		Gestion étages
		Niveau du sol
Critère de sélection		📮 Plan de dessin
→     →     Activer filtre des combinaisons		X = 0.00 m Y = 2.70 m
「斎」 升 6 √ Valeur globale 95 🛫 % du maximum		Z = 0.00 m
ा म 🚱 योज	2.9	Representation
		10 10 10
		De 🎝
Méthode d'interaction (EN 1993-1-1)		Grandeur
	$\Delta$	Police 25 🚖
		Symboles 20 🚖
S meuroue 2		Charges 10 文
		Résultats 15 🚖
<u>H</u> elp <u>A</u> nnuler <u>O</u> K		Affichez groupes
	Y	Aucun
	Ľ_x	

Reprenez les mêmes paramètres que ci-dessus et cliquez sur 'OK' pour effectuer le contrôle normatif.

#### A propos de la fenêtre 'Effectuer contrôle normatif'

- Dans le cadre 'Action', indiquez si vous voulez effectuer le contrôle de l'acier et du bois pour les barres sélectionnées ou pour toutes les barres.
- Dans le cadre 'Critère de sélection', vous pouvez indiquer si Diamonds doit effectuer ce contrôle pour toutes les combinaisons ou uniquement pour les combinaisons déterminantes. Nous n'approfondirons pas cette question; vous trouverez davantage d'informations dans le Manuel de référence.

Quand le calcul est terminé, un bouton supplémentaire is s'affiche dans la fenêtre 'Résultats'. Au-dessous vous voyez les 2 icônes suivantes:

- X pour examiner les résultats du contrôle de résistance;
- Épour examiner les résultats du contrôle de stabilité;

Ces résultats sont exprimés en pourcentages de la capacité maximale de reprise des efforts en ce qui concerne la première icône, et de la capacité maximale pour la résistance au flambement/déversement/interaction, d'autre part. La capacité maximum de reprise est de 100%.



Résultats pour la résistance des sections (%)



Résultats pour la stabilité (%)

Nous voyons que la structure n'est pas suffisante pour la résistance, ni pour la stabilité (= pourcentages supérieurs à 100%).

Pour avoir davantage d'informations sur le problème, nous doublecliquons sur l'arbalétrier de gauche dans la fenêtre 'Résultats'. Assurezvous que la fenêtre 'Résultats' affiche bien les résultats de la résistance au flambement ( $\stackrel{\circ}{\square}$  et  $\stackrel{\circ}{-}$ ).



De la fenêtre sur la résistance, nous apprend que le problème est, à première vue, un problème flexion, effort tranchant et effort normal. Si nous regardons plus en détail, nous voyons que le problème se produit déjà au flexion. La seule solution est de prendre une section plus (= module d'élasticité élevé) ou augmenter la qualité d'acier (= résistance élastique  $f_v$  élevé).

De la fenêtre sur la stabilité, nous apprend que le problème de stabilité est, à première vue, un problème de déversement et d'interaction. Si nous regardons plus en détail, nous voyons que le problème se produit déjà au déversement. Nous pourrions ajouter encore plus de supports de déversement et réduire la longueur de déversement. Mais dans le cas ici, le pourcentage est trop élevé que ça n'est pas une solution. Prenez une section plus (= module d'élasticité élevé) ou augmenter la qualité d'acier (= résistance élastique  $f_y$  élevé) sont les seules possibilités.

#### Etape 28: Ajouter un jarret

Nous remarquons que le moment (et donc le contrôle de résistance) est convenablement élevé au droit des extrémités des barres par rapport au milieu des poutres. Nous pouvons raidir localement nos profilés en ajoutant des jarrets. De ce fait, nous pourrons généralement utiliser des profilés plus légers pour les poutres et donc économiser le poids.

Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône M, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

Sélectionnez les poutres et cliquez sur ². Complétez la fenêtre comme ci-après.



Cliquez sur 'OK' pour ajouter les jarrets. Les jarrets s'affichent maintenant sous les poutres.

Diamonds - StaalVB1 (met kniestuk).bsf - [Window 1 (m)]	- • ×
🧇 Ejchier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenetres Aigle	- 8 ×
□☞ ■□●□ ◇ 田田田 ※ ■ ◎ ■ ※ 炒 ◇ ※ □ ● ▼ ■ ■ ■	
図 回 階 🖉 Window 1 🔽 🚺 Géométrie 🚽 節 回 🖾 🖓 中 🕅 元 渊 由 🖑 Q Q 🖾 🥒 🗊 圓 😨 🛽	
	Niveau actif Verdeping 1 • Part of the second sec

Créez à nouveau le maillage  $\square$ . Effectuez à nouveau un calcul élastique via  $\square$ . Calculez à nouveau les longueurs de flambement  $\cancel{ke}$ . Les jarrets raidissent la construction, et de ce fait, les longueurs de flambement vont diminuer.

Operation         Operation <t< th=""><th>- 🗆 🗙</th></t<>	- 🗆 🗙
💝 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	_ <i>5</i> ×
□☞ ■ 집● ◎ ∽ ∽ 冊冊冊 Ⅲ ℡ ■ 図 圖 ※ 紗 & 繁 ⊡ ⊕ % ≠   序■ 柳	
😨 🗟 🕾 🖄 Window 1 🔹 🚺 Configuration utilisateur 🔹 🍘 🖻 💹 🤕 🖗 🏨 🖓 🔍 🔍 🖉 🖉	
	Niveau actif
	Verdieping 1
	2.70 m
	₽=== 2.70 m
	Gestion étages
5,4m - 7,0m 5,4m - 7,0m	🚟 Niveau du sol
夕田贺	🕒 Plan de dessin
2 5 P.	X = 0.00 m
9.6m - 1./m 9.6m - 1./m	T Z = 0.00 m
	Représentation
	BBB
🗐 🖑 🎦 9.6m/ 1.7m 9.6m - 1.7	'm 🚯 🦚
	Grandeur
	Police 20 🚖
	Symboles 20 🚖
	Charges 10 🚖
	Résultats 15 🚖
	Affichez groupes
	Aucun
	X and a contract
	1

Refaites le contrôle normatif ^{F®}. Vous verrez que les pourcentages ont diminué dans le contrôle de résistance et de stabilité.

Sans jarret	Avec jarret
-------------	-------------



# 4.1.8. Optimisation du choix des profils

Dans cet exemple, il est clair que notre choix de profils n'est pas des meilleurs.

Nous allons utiliser ici l'algorithme d'optimisation de Diamonds pour attribuer les profils optimaux.

L'optimisation s'effectue toujours sur base des pourcentages obtenus dans la vérification que nous venons de réaliser (§4.1.7).

L'optimisation d'une section peut se faire de deux manières:

- La première manière est appliquée à des profils qui ont été sélectionnés dans la bibliothèque;
- La seconde s'applique quand la section a été définie sur base d'une forme type. Pour ce dernier cas, on peut faire varier graduellement la hauteur ou la largeur jusqu'au moment où l'on parvient à la section optimale.

Dans notre exemple, nous revenons à la **première manière**. La seconde manière sera abordée lors du calcul d'une structure en bois (§5.2.8).

#### Etape 29: Optimisation du choix des profils

Pour lancer l'optimisation, cliquez sur le bouton 🎽 dans la barre d'icônes.

Si vous avez sélectionnés des éléments, avant de cliquer sur le bouton , Diamonds vous demandera d'exécuter l'optimisation pour la section ou pour tous les bars.



Lorsque l'écran ci-dessus apparaît, choisissez l'option 'Optimisation pour tous les éléments'.

Puis Diamonds montreront une fenêtre avec les paramètres pour l'optimisation :

Oj	ptimisation ×
Paramètres d'optimisation Adapter les s	ections
Valeur visée pour l'optimisation:	95 🔶 %
Optimiser pour:	✓ Résistance ✓ Stabilité
Trier les sections selon:	Résistance 💽
Ai <u>d</u> e < Précédent	Suivant > Annuler QK

Optimisation	×
Paramètres d'optimisation Adapter les sections	
Adapter les sections	
C Adaptation automatique	
Méthode de remplacement des sections:	
✓ Sections identiques restent identiques après l'optimisation	
Tous les poutres du même type ont la même section après l'optimisation	
Aige      Précédent     Suivant >     Annuler	

Reprenez les paramètres des fenêtres ci-dessus.

#### A propos de la fenêtre 'Optimisation'

- Dans le premier onglet 'Paramètres optimisation', vous introduisez la valeur indicative pour l'optimisation. Le processus d'optimisation recherche le profil qui se rapproche le plus du pourcentage défini sans le dépasser. Vous trouverez davantage d'informations dans le Manuel de référence.
- Dans le second onglet 'Adapter profils', vous pouvez demander un rapport sur le choix optimal des profils. Cela veut dire que Diamonds génère une liste de choix de profils meilleurs que l'actuel. Si vous ne demandez pas ce rapport, Diamonds modifie automatiquement les profils en meilleur choix de profils.

Une fois que l'optimisation est terminée, une boîte de dialogue s'affiche avec le résumé de l'optimisation:

-	Résumé de l'optimisation
Pout	tre numéro 3 changé de section IPE (EU)IPE 270 à IPE (EU)IPE 300
Pout	tre numéro 4 changé de section IPE (EU)IPE 270 à IPE (EU)IPE 300
Nombr	res de barres devant être adaptées: 2
Nombr	res de barres qui ne doivent pas être adaptées: 4
	<u>A</u> nnuler <u>Q</u> K

Diamonds vous propose de modifier certains profils. Vous pouvez accepter ou refuser cette modification en cochant ou décochant la ligne correspondante.

Puisque nous allons calculer un hangar 3D à l'aide de cet exemple, vous pouvez accepter les modifications.

Remarque: Ce modèle va encore être étoffé au §4.2. Cela vaut donc la peine d'enregistrer ce fichier.

# 4.2. Exemple 2: 3D

Licences requises ✓

- ✓ Barres 2D
   ✓ Barres 3D
- ✓ Vérification acier
- ✓ Calcul assemblage (pour §4.2.9)

# 4.2.1. Objectif de l'exercice

Nous calculons maintenant une structure en acier en 3D. Vous trouvez ci-dessous un croquis de la structure à calculer.



Nous allons composer ce hangar en partant du portique 2D de l'exercice précédent (§4.1).

## 4.2.2. Définition de la structure

#### Etape 1: Ouvrir le modèle 2D du §4.1

Si le portique du §4.1 n'est pas ouvert, cliquez sur 🖻 et ouvrez-le.

Vous pouvez voir ci-dessous une illustration de ce portique.



L'adaptation de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône M, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

#### Etape 2: Supprimer les points d'appui dans le sens z

Sélectionnez tous les points sauf les points d'appui et supprimer l'appui dans le sens z  $\overline{k}$ .

🤪 Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 (m)] – 🗖 🗙	
♥ Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenêtres Aige	
	×
Image: Arrive Arriv	Annuler QK

Etape 3: Supprimer les appuis au déversement

Sélectionnez les arbalétriers et supprimez les appuis au déversement I. Dans le modèle 3D, nous allons modéliser effectivement les pannes.

♥ Echier Edition Yue Selection Monter Analyser Options Fegetres Aide       - ● ×         □ ゆ ゆ 目 風 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	
Verdeping 1	
<u>A</u> . · ∕	
A P P	
Paramètres de flambement et déversement -	×
□ Longueur de flambement	_
Autour de l'axe √(u) 5,4 m ▼	
4utour de l'axe z(v) 7,0 m	
Supports au déversement Paramètres de déversement avancés	
Longueur de déversement	11
Z >0 Z Vérification de dévercement	
x y Segments égaux	
0 🚖 supports au déversement intermédiaire 0 🚖 supports au déversement intermédiaire	
Représentation	
¢	
7.1m	
φ φ	
7,1	
Aide Annuler QK	

#### Etape 4: Diviser les entraits en 4

Sélectionnez les arbalétriers et partagez-les en 4 parties égales 🐓.

<b>9</b>	Diamonds - StaalVB1 (met kniestuk na optimalisatie).bsf - [Window 1 (m)]	- 🗆 🗙
Sichier Edition Vue Selection Mont	rrer <u>A</u> nalyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e	- 8 ×
D 🖨 📕 🗟 🗿 🖣 🗠 🗠 🗌	円用用 Ⅲ ┃ ┓ 圓 業 弛 ゟ ◎ 豆 9 ☞ ↓   ▶ ■ ゆ	
🗑 🗃 🔀 Window 1 💽	] [] [Géométrie ・ 節回 回 回 # 本 次 Q Q 図 / 回 回 団	
× ×		Niveau actif
		Verdieping 1 💌
		2.70 m
		2.70 m
		Gestion étages
	Δ	🚟 Niveau du sol
·≻ ₩ 3 <u>5</u>		🛵 Plan de dessin
₽ ² в∄ ₽4		X = 0.00 m
J# 1/4 ⊙		$Z = 0.00 \mathrm{m}$
	🍄 Diviser ligne 🎽	Représentation
		BBB
m of ki	Nombre de segments 4	
2 / A	Segments égaux 🔽	~~ ~~
		Grandeur
		Police 20 🚖
T.	Aide <u>Annuler OK</u>	Symboles 20 🚖
<b>T</b>		Charges 10 🚖
		Résultats 15 文
		Affichez groupes
		Aucun 💌
	Ľ×	
		1.

#### Etape 5: Copier la ferme 2D dans un modèle 3D

Nous avons maintenant défini un seul portique en 2D; nous allons le dupliquer un certain nombre de fois pour obtenir une structure 3D. La duplication a pour effet d'emporter non seulement toutes les caractéristiques géométriques, mais aussi les charges.

Sélectionnez toute la structure et cliquez ensuite sur  $\checkmark$ .



Complétez la fenêtre comme ci-dessus et appuyez sur 'OK'.

#### A propos de la fenêtre 'Translation'

- Dans le champ 'N', indiquez le nombre de copies souhaitées. S'il s'agit d'une translation simple, N reste égal à 0.
- On peut indiquer les valeurs du **vecteur de translation** (ou vecteur de copie) dans les 3 champs qui se trouvent en-dessous.
- Enfin, si vous cochez encore la case 'Créer lignes de liaison' ou 'Créer plaques de liaison', Diamonds dessinera automatiquement des lignes ou des plaques entre les points copiés.

Pour visualiser ce que Diamonds a fait, il faut placer le projet dans une

vue en perspective. Cliquez sur en bas à droite pour obtenir une vue 3D.

Des barres de défilement qui vous permettent de modifier le point de vue s'affichent en bas et à droite de la fenêtre. Vous pouvez aussi utiliser la touche **F12** ou 🖾 pour voir toute la structure dans la fenêtre.



#### Etape 6: Attribuer un profil aux pannes

Les profils des pannes n'ont pas encore été définis. Sélectionnez maintenant toutes les pannes et attribuez-leur un IPE120. Pour sélectionnez les pannes, appuyez sur:

Sele	cteer Toon	Analyseer	Opties	Vens	ter	Help
	Alles Ctrl+A			Ħ	<b>\$</b> 2   %	
	Punt Nummer Staaf Nummer Verticale Staven			uratie		
	Horizontale	staven				
	Hellende Sta	ven	_			
	Profiel		•	I	IPE 2	70
	Plaat Numm	er		1	HEA	260
	Verticale Plat	ten			?	
	Horizontale	Platen				
	Hellende Pla	ten				
	Plaatsectie		+			
	Materiaal		•			
	Meest belast	e staven				

Remarque: Nous aurions aussi pu sélectionner les pannes en choisissant l'option 'Barres horizontales' sous 'Sélectionner'.

Cliquez sur III pour ouvrir la bibliothèque des sections et sélectionnez un IPE 120 dans la liste.

#### **Etape 7: Pannes articulées**

Nous supposons que les pannes ont été immobilisées par des cornières entre les fermes, si bien qu'aucun transfert de moment fléchissant n'est possible.

- Sélectionnez toutes les pannes (IPE 120). -
- Cliquez sur le bouton 🧖.
- Complétez la boîte de dialogue comme ci-après.



Quand vous confirmez votre choix, des petits symboles ronds apparaissent aux extrémités des pannes. Ils signalent la présence d'une articulation. Dans ce cas, immobilisez  $M_r$ . Si vous le libérez, cela veut dire que la barre (panne) peut pivoter librement autour de son axe, ce qui n'est pas le cas.



Si vous ne le voyez pas, assurez-vous:

- que vous avez coché l'option 'Rigidités extrémités' sous 'Lignes' via dans l'onglet 'Géométrie'.
- que les symboles sont suffisamment grands (voir §2.2).

#### Etape 8: Dessiner la structure de la façade principale

Nous devons encore introduire la structure des deux façades de bout, ainsi que les contreventements. Nous commençons par les façades et nous utilisons à cet effet la fonction 'Extrusion'.

- Sélectionnez tous les points inscrits sur les arbalétriers des deux façades, sauf ceux qui touchent aux colonnes. Nous pouvons le faire simplement dans une vue de devant, en étirant un cadre de sélection de gauche à droite qui contient les arbalétriers, sauf leurs points terminaux.
  - Cliquez ensuite sur le bouton H dans la palette.
- Sélectionnez l'option 'Vers plan' et indiquez que vous voulez extruder jusqu'au plan y=0m.



Cette fonction nous permet de créer des barres dont le point initial se situe dans les nœuds sélectionnés et le point final est déterminé par les composantes du vecteur importé.

#### Etape 9: Attribuer un profil et des points d'appui aux façades principales

Attribuez ensuite aux nouvelles barres un profil HEA100 et placez des points d'appui articulés aux extrémités du bas.

#### Etape 10: Modifier l'orientation des profils dans la façade principale

Diamonds adopte lui-même une orientation standard pour les profils. Nous souhaitons pourtant faire pivoter à 90° les profils HEA100 afin de les utiliser de manière plus efficace.

- Sélectionnez les barres ayant un profil HEA100
- Cliquez ensuite sur l'icône 🚵 dans la palette.
- Indiquez 90° pour l'angle de rotation.



#### Etape 11: Faire un portail dans la façade principale

Nous examinons maintenant comment introduire une baie pour un portail dans une façade latérale. Sélectionnez d'abord, dans une seule façade, la colonne qui se trouve juste à gauche du faîte. Partagez cette colonne en deux à l'aide de la fonction



Double-cliquez ensuite sur la moitié inférieure de la barre inférieure. Une boîte de dialogue s'ouvre, où vous pouvez modifier la géométrie de la barre. Fixez la longueur à 2,75m.



Remarque: Nous aurions pu aussi partager la ligne de la première fois en deux parties inégales, la première de 2,75m de long et la seconde de 2,18m de long.

Pour dessiner le linteau, cliquez sur le bouton dessinez en 3D une ligne perpendiculaire à la colonne juste à droite du faîte. Un curseur

intelligent vous aide à trouver la position perpendiculaire. Cliquez sur pour quitter la fonction de dessin.



Sélectionnez ensuite le linteau et la colonne centrale, en partant du faîte, et cliquez sur pour déterminer le point d'intersection de ces deux lignes.



Attribuez ensuite également une HEA100 aux deux barres qui forment le linteau. Supprimez ensuite le bas de la colonne centrale en le sélectionnant puis en cliquant sur le bouton  $\times$  ou sur la touche DELETE.
Pour obtenir l'ouverture également dans l'autre façade, nous sélectionnons les deux barres du linteau et nous effectuons une translation. A côté de N, introduisez '1' puis indiquez la distance sur l'écran. Pour ce faire, cliquez une fois sur un point dans la façade avant et une fois sur un point dans la façade arrière. Diamonds va calculer la distance de translation à l'aide des points sélectionnés.



Supprimez aussi le bas de la colonne centrale. Résultat:



#### **Etape 12: Introduire les contreventements**

Enfin, nous ajoutons les contreventements. Pour connaître l'emplacement exact des contreventements, référez-vous à l'illustration de l'introduction de cet exemple.

 Dessinez les barres dans la vue 3D; veillez à ce que les lignes commencent et se terminent chaque fois dans les nœuds préexistants (si le curseur intelligent entoure le nœud en question d'un cercle rouge, la ligne débutera ou se terminera effectivement dans le nœud).



- Attribuez aux barres des profils d'angle de section L30x30x5.
- N'oubliez pas non plus de définir les contreventements comme des tirants. Sélectionnez d'abord tous les contreventements et cliquez ensuite sur 
   Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, indiquez qu'il s'agit de tirants.



# 4.2.3. Définir des charges

Etape 13: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône ¹, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

### 4.2.3.1. Créer les groupes de charges

Etape 14: Suppression des charges sur les portiques

Les charges de §4.1 se trouvent encore sur les portiques :

- Sélectionnez le premier groupe de charge 'charge permanente' de la liste.
- Sélectionnez la structure et cliquez sur ¹/₁/₁.
- Répétez ces étapes pour tous les groupes de charges. Les charges dans le groupe 'Poids propre' ne peut pas être supprimées.



#### Etape 15: Créer des groupes de charges

Nous considérons 5 groupes de charges :

- Poids propre
- Charge permanente
- Charge d'exploitation H : toits
- Vent : 20 cas
  - Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
  - Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent avant -> arrière ascendant ( $c_{pi} = -0, 3$ )

- Vent avant -> arrière ascendant ( $c_{pi} = 0, 2$ )
- Vent arrière -> avant ascendant ( $c_{pi} = -0, 3$ )
- Vent arrière -> avant ascendant ( $c_{pi} = 0, 2$ )
- Neige : 3 cas
  - Cas 1
  - o Cas 2
  - o Cas 3

Suivez la procédure dans §5.1.3.1 pour ajouter ces 4 cas de vent. Les autres groupes de charges sont déjà présents.

#### Etape 16: Groupes de charges liés

Les groupes de charge 'Poids propre' et 'Charge permanente' contiennent des charges dirigées vers le bas. Ainsi, les deux groupes de charges auront le même effet sur la structure. Par conséquent, les résultats 'M, N, V, ..) les plus extrêmes (min et max) seront trouvés si les deux groupes de charges sont multipliés par les mêmes facteurs minimales / maximales.

En Diamonds c'est possible de définir tel comportement par 'Groupes de charges liés'.

- Cliquez sur le bouton Groupes de charges liés.
- Indiquez que les groupes de charge 'Poids propre' et 'charge permanente' sont liés.

					Groupes de charges				1944	
Coeffi	cients de charges pour	EN 1990		-  -	Classe de conséquence         2         ↓         Classe de se           Durée d'utilisation         50         ↓         années	rvic 1	\$			
Ajou	ter groupe de charges	rer groupe d	le charges		Supprimer groupe de charges			Plusieu	irs cas par gr	oupe 🔽
	Nom groupe de charges	=	Туре	Non	m cas de charges $\gamma_{elu-}$ $\gamma_{elu+}$ $\gamma_{els-}$ $\gamma_{els+}$ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$	ξ	to	C¢ kmod	Charge	Acti
/	Poids propre	1			😌 Groupes de charges liés – 🗆 💌 👦	0.85	0	permanent	-	41
/	dead loads	1			00	0.85	0	permanent	$(-1)^{-1}$	ŦŦ
/	live loads H : roofs	1			Poids propre	1.00	0	terme moyen		±.
(	Wind	20	22	53 53 53 53 53 53 53 53	le avec po	1.00	0	court terme	far.	<u></u>
iroup	pes de charges incompatibles	Group	es de cha	Ca Ca irges lié	Aige <u>Annuler QK</u>	charges				>

L'utilisation des 'Groupes de charge lié' permettra de réduire le nombre de combinaisons et donc le temps de calcul (particulièrement sensible chez des modèles plus grands).

Fermez ces fenêtres.

## 4.2.3.2. Introduire les groupes de charges

Etape 17: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le **poids propre** est calculé automatiquement et ne peut pas être modifié.
- Les charges permanentes sont appliquées sur les pannes. Dans le menu déroulant de la palette, sélectionnez le cas de charge 'Charge permanente'.

Diamonds a la possibilité de calculer des charges réparties sur barres à partir d'une charge surfacique. Cela permet d'appliquer une charge répartie sur les barres sélectionnées dans le même plan. Il faudra donc travailler en deux étapes pour les deux versants. Sélectionnez les barres comme sur la figure ci-dessous. Cliquez ensuite sur le bouton  $\stackrel{\text{permethods}}{\longrightarrow}$  et complétez la boîte de dialogue comme suit:



Si vous confirmez avec le bouton 'OK', Diamonds calculera le montant de la charge pour chaque panne. Appliquez le même mode opératoire sur l'autre versant. Remarque: Au lieu de répéter le même mode opératoire pour l'autre pan de toiture, la forme régulière vous permet aussi de copier des charges d'une barre à l'autre en sélectionnant la barre avec la charge à copier; cliquez ensuite sur le bouton droit de la souris, sélectionnez 'Copier charge(s)'; sélectionnez ensuite toutes les barres sur lesquelles la même charge doit se placer, cliquez à nouveau sur le bouton droit de la souris et sélectionnez 'Coller charge(s)'.





Vérifiez à l'aide de la figure ci-dessus si vous avez introduit les bonnes charges. Si une charge n'est pas correcte, double-cliquez sur la barre et modifiez ou effacez la valeur dans le tableau qui s'affiche; vous pouvez aussi sélectionner la barre et effacer la charge fautive avec 🔀 avant d'introduire la charge correcte.

 Sélectionnez maintenant, dans le menu déroulant de la palette 'Charges', le cas de charge 'Charge d'exploitation H' et appliquez sur le toit une charge superficielle de 0,4kN/m².



Etape 18: Introduire des groupes de charges 'vent'

#### Pour générer du vent:

- Cliquez sur le bouton kiveau du sol et mettez le niveau de sol sur 0,0m.



- Sélectionnez le groupe de charges 'vent' et le premier sous-groupe de charges 'vent l o -> r o (-0.3)' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🎦 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

🍄 Sichier Edition Vue	Terreinparameters	
		- <del>0</del> ×
😨 🐻 🖷 🔀 [Window 1	Norm: EN 1991-1-4 💌 💌	
$\begin{array}{c} \gamma_g^{\gamma_u} \xrightarrow{q \pm 1} \\ \downarrow g \\ \hline \\$	Reductie met factor 0.85 voor gebrek aan correlatie     Structuurfactor CsCd:	▲ Niveau actif Verdieping 1 ▼ 2.70 m
+ -> -9 + -> -9 & -9	Richtingsfactor Cdir :     1,000       Seizoensfactor Cseason     1,000	Gestion étages     Niveau du sol     De Plan de dessin     X = 0.00 m     X = 0.00 m
Température     Neige     Vent	Densiteit lucht : 1,3 kg/m³ Waarschijnlijkheidsfactor Cprob: 1,000 V _{b,0} = windsnelheid : 26,000 m/s België	$\begin{array}{c} T = 2.70 \text{ m} \\ Z = 0.00 \text{ m} \\ \hline Représentation \\ \hline $
*     Sismique       *     Dynamique       *     Mobile	C q _b = winddruk : 0,4 kN/m ² Kaart	Grandeur Police 25 호 Symboles 15 束
	Orografiefactor	Charges 10 🔶 Résultats 15 🚖 Affichez groupes

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-4 [--].
- Optez pour une vitesse du vent de base de 26m/s et un type de terrain I.
- o Cliquez sur 'OK'.

Sélectionnez le premier portique.



Cliquez sur mencer le générateur de vent.
 o Procéder à la fenêtre comme ci-dessus.

🥹 Diamono	🤪 Générateur de vent pour structure 2D – 🗖 💌
Schier Edition Vue Selection Montre	1
D 📽 🖬 🖪 🖗 🕅 🗠 🗠 🕂	Éléments portantes pour les charges dans le plan Éléments portantes pour les charges hors du plan
🗑 🛅 📉 Window 1 💌	
y ^y _α mi∔ ⊗	
Vent V	
Geval 1 🔹	
	1 1 2 2
m T see ee s	
<u>↓</u> ↓ ↓ ↓ × × × × × ×	Géométrie
A 4.08	Largeur totale de la construction: 14,0 m Localisation du portique: 20,0 m
	Profondeur totale de la construction: 20,0 m Distance au portique avant: 5,0 m
🖞 🖉 e e e e e e	Distance au portique arrière: 0,0 m
* Température	ande Aduite desite Societa anativa arrière arrière Aquant
* Neige	galdre -> prote di dice -> gaddre avant -> anne e -> avant
Vent v v v v v	IF Cpi -0,30 ▼ III BACK
	I → ascendant gauche - ascendant droite vent · Cas 1 ·
r 2 R	🔽 ascendant gauche - descendant droite vent 💌 Cas 2 💌
Jismique	I descendant gauche - ascendant droite vent ▼ Cas 3 ▼
v Dynamique	🔽 descendant gauche - descendant droite vent 🔽 Cas 4 🔽
The second second	v Colalternative 0.20 v ₪
	✓ ascendant gauche - ascendant droite   vent   ▼   Cas 5
	I ascendant gauche - descendant droite vent
点 点 点 点 点	✓ descendant gauche - ascendant droite   vent   ▼   Cas 7   ▼
急急 黄 黄 黄	Image: I
	Aide <u>A</u> nnuler <u>Q</u> K







 Nous supposons que le toit et le linteau de la façade ne peuvent pas prendre du vent hors le plan. Cliquez sur 'OK' pour générer le vent.

🥹 Diamond	🤗 Générateur de vent pour structure 2D – 🗆 🗙
Eichier Edition Vue Selection Montre	
D 📽 📕 🗟 🚭 関 🗠 🗠 🕂	Éléments portantes pour les charges dans le plan
😿 🗟 🖷 🛛 Window 1 🗨	
$\gamma_g^{\gamma_u} \stackrel{\mathrm{all}}{\underline{\mathrm{im}}} \stackrel{\otimes}{\rightleftharpoons}$	
Vent 💌	
Geval 1 💌	
1x 24	
The T	
+ 1 5 + + + + + + + + + + + + + + + + +	Géométrie
A 2 2	Largeur totale de la construction: 14,0 m Localisation du portique: 20,0 m
Ч <b>Г /</b> ввяхяя	Profondeur totale de la construction: 20,0 m Distance au portique avant: 5,0 m
🖞 🖉 na ka ka k	Distance au portique arrière: 0,0 m
- Température	
v Neige	gauche -> droite   droite -> gauche   avant -> arrière   arrière -> avant
Vent v v v v v	Image: Contract of the second seco
	✓ ascendant
199 B	descendant
* Sismique	
Dynamique	
	Cpi alternative 0,20 🔽
	✓ ascendant vent ✓ Cas 20 ✓
* * * * * *	descendant 🔍 🔍
	,
	FRONT
	Ange <u>Annuler</u> <u>QK</u>

Sélectionnez maintenant le deuxième portique et cliquez sur ¹¹. La seule chose que vous devez changer est la position du portique dans la structure 3D. Diamonds souviennent tous les autres paramètres de la génération précédente.

🥹 Diamonds - StaalVE	🧇 Générateur de vent pour structure 2D – 🗖 💌
Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser	
┃	Éléments portantes pour les charges dans le plan Éléments portantes pour les charges hors du plan
🐼 🖾 🗮 🔀 Window 1 💽 Charg	
$\gamma_{g}^{\gamma_{u}} \xrightarrow{f11}{im} \stackrel{\odot}{\approx}$	
Vent -	
1	
/m τ ²	
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	Géométrie
€ 2 gB	Largeur totale de la construction: 14,0 m Localisation du portique: 15,0 m
	Profondeur totale de la construction: 20,0 m Distance au portique avant: 5,0 m
	Distance au portique arrière: 5,0 m
Température     Neine	gauche -> droite droite -> gauche avant -> arrière arrière -> avant
· Vent	
88 9 B	✓ ascendant gauche - ascendant droite vent      ✓ Cas 1     ✓
migue	V ascendant gauche - descendant droite
Dynamique	V descendant gauche - ascendant droite Vent V Cas 3 V
	Cpi alternative  0,20 ▼
	Image: white weak of the second and gauche - ascendant droite     vent     ■     Cas 5     ■
	✓ ascendant gauche - descendant droite     vent     ▲     Cas 6     ▲
	V descendant gauche - ascendant droite vent V Cas 7 V
	Iv descendant gauche - descendant droite vent v Cas 8 v FRONT
	Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>

- Répétez ces étapes pour tous les autres portiques.
- Résultat :



#### Etape 19: Introduire des groupes de charges 'neige'

Pour générer de la neige:

- Sélectionnez le groupe de charges 'neige' et le premier sous-groupe de charges 'Cas 1' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🏶 pour définir la norme et les paramètres du terrain.



- Sélectionnez la norme EN 1991-1-3 [--].
- Optez pour '[--] Centre Ouest Région 3' comme zone.

- Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez le premier portique.

1	Diamonds - StaalVB2.bsf - [Window 1 - neige (H <= 1000 m) - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m. kN/m ² , °C)] - □ ×																																	
1	😌 Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige																																	
	D 🗳		). 	5	11	n d	2	F	H	Ħ		1		×		Ľ	ře	6	l de	111	(1) F	e/ I	1	1F	<b>I</b> .	Ð								
Í	¥ 6		Windo	w 1	11	_		-	1	[0	harge	es		- 24 - 3	2015		100	8000	•	Ro	ru [	0		南	þ	en,	Q	Q 🛙	3		D	R	F 0	
Ť		14 ©		345	- 22	S•	10		345	5.	- 37	-85	-	æ	300	9	3 <b>4</b>	-0		142	100	3	-	•÷	e 4	- 24				10	100		-0	Niveau actif
	A ⁸ . T	n 🗢	12	12	87	82	10	22	12	84	84	58	5	> )(	-	-	-	5	-	8	-		3	-	8	7	84 (SA)	20	12	12	8	84	27	Verdieping 1 💌
	neige (H	<= 10 -	2	35	12	8	23	8	35	8	2	55	*	2	4	8	82		-8		8		38	8 8	2		12	53	13	22	88	12	53	2.70 m
	Geval 1		12	8	155	12	83	32	8	88	15	-22		28	•	8	9e	•	32		35	6	-	8 )	8 8		88	-11	32	18	33	35	-11	Amp 1 2 70 m
	18 f	Ţ	- 33	35	88	28	10	83	38	8	2	83		8	25	8	39:	•	8		8	×.	8	<u>8</u> 6 ()	< 8		28	10	89	8	88	8	82	Held a success
	1	~	- 32	96	13	35	10	20	96	11	12	88		8	8	9	50		- 31		16	20 2	8	92 - )	8 90		35	88	20	32	11	12	-23	🛱 Gestion étages
	+ 2	e fo		$\approx$	8	82	33	10	$\otimes$	8	8	25	-	-		-		-	-	0	1	6 0	0.0	-	-	-	<u>,</u> 1	55	101	$\otimes$	83	8	88 - <del>7</del>	XIII Niveau du sol
	<del>(</del> 4	300		32	12	85	53	8	33	8	82	53		2	3	8	82		8		8	÷	3	88 8	2 32		13	53	18	22	83	12	33	I Plan de dessin
	A	1 1		$\otimes$	12	87	25	23	$\otimes$	33	32	23		$\approx$		*	*	:	2		2			25 (	8 8		87	12	23	$\approx$	12	32	8	X = 0.00 m
			18	8	33	82	83	32	8	52	15	- 52		25	23	8	<u>a</u> •	•	32		9X	1	3	<b>3</b> 5 9	8 8		12	-	32	<b>9</b> 5	12	35	-53	Y = 2.70 m
	<ul> <li>Tempi</li> <li>Ne</li> </ul>	rature	- 93	38	93	28	82	8	8	83	88	83		8	3¥.	8	33		8		8	18	8	82 0	< 8		38	-83	33	8	8	18	18 T	Z = 0.00 m Représentation
	**		8	90	12	55	33	20	8	12	12	-			e P	-	-		<u> </u>	8	-		0.0	_	-		1.14	-35	20	2	15	32	-33	
	*4*		- 52	32	84	82	23	22	32	89	87	27		12	4	8	8		12		8	9	8	8 8	S - 59		84	10	- 93	12	82	84	23	
	17	) <i> </i>		35	12	8	23	23	33	2	1	53		2	4	8	2	•	8		8	i.	3	8 8	2		25	5	18	2	8	12	53	D 🔊
	▼ Ve	int	- 25	8	33	82	83	22	8	10	35	- 53		25	83	8	<u>a</u> •	•	32		98.	1	3	<b>8</b> 5 - 9	8 8		12	-	32	15	10	35	-8 -7	Considering
	<ul> <li>Dyna</li> </ul>	mique	- 20	$^{\circ}$	88	28	60	8	$^{\rm N}$	88	8	10		$\approx$	35	a.	59	•	8		8	34	e.	<u>8</u> 0 (	< 8		- 28	12	89	$\approx$	8	8	82	Police 25 \$
	≁ Mo	bile	. s	12	93	85	32	83	12	68	10	-83		- 8		-			<u> </u>	8	8		0.0		-			-83	83		8	8	-85	Symboles 15
			93	$^{\odot}$	33	82	28	10	$^{\odot}$	13	37	65		12	i i	16	a.	B	5/		1	s /		2	6 8		81	63	100	$\approx$	83	37	81	
			22	22	84	82	23	28	32	84	84	37		2	afe.	8	8. 2		12		8	1	3		5 /4		12	37	12	22	82	82	20	Charges 10 😴
					82		- 25	23		23	-	-22		~					S.,									-2		~		-	-2 4	Résultats 15
					- 13					1.2	-			1			1	1	1		2			1					111		121	-		Affichez groupes
			-			-	- 20					-11				1	2	e		•	1	<b>e</b>			4			-0	- 20					Aucun 💌
				8	a	33	ų.	и	ŝ	N.	3	23	8	12	86	9	88	13	21	8	ix.	12	88	42 )	2 S	K	14	13	21	8	14	2	, <mark>,</mark> ,,×	
E			-																															1

- Cliquez sur 🏝 pour lancer le générateur de neige.

🂝 Dia Générateur de neige 🗙	×
⇔ Eichier £dition ⊻ue S	- 8 ×
😨 🖻 🖷 🔀 Window 1	E
y ^y _ℓ ^{MII} / _{III} [⊗]	if 1 💌
neige (H <= 10 _	.70 m
Geval 1 💌 🗠 🔺	
× × ×	. /0 m
	on étages
	u du sol
	e dessin
	00 m 70 m
Température	00 m
A Nege Ste	ation
Largeur reprise par le portique : 2,5 m	\$ \$D
	2
Samipue A A Cas de charge de neige:	
► Drynamique         Image	25 🚖
	15 🚖
Image         Image <t< td=""><td>10 🚖</td></t<>	10 🚖
	15 🚖
✓         neige (H <= 1000 m)	oupes
	) C
Aide <u>Annuler</u> <u>OK</u>	

- Complétez la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer la neige.
- Sélectionnez maintenant le deuxième portique et cliquez sur ²². La seule chose que vous devez changer est la position du portique

dans la structure 3D. Diamonds souviennent tous les autres paramètres de la génération précédente.

🥹 Diamonds - StaalVB2.bsf - [Wind	Générateur de neige
Fichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Option	
😨 🗟 🗮 🖂  Window 1 📃 🚺   Charges	
γ _g ^γ _u <u>mi</u> ⊙	
neige (H <= 10 💌	
Geval 1 💌 🕴	
₩. D	
Température	
<u>▲ Neige</u>	
	Largeur reprise par le portique : 5,0 m
▼ Sismique	Cas de charge de neige:
Young the second s	✓         neige (H <= 1000 m)         ▼         Cas 1         ▼
***********	
	✓         neige (H <= 1000 m)         ▼         Cas 2         ▼
	M → Ineige (H <= 1000 m) → Cas 3 →

- Répétez ces étapes pour tous les autres portiques.
- Résultat :



#### 4.2.3.3. Faire des combinaisons

Etape 20: Faire des combinaisons

Préparez les combinaisons comme au §4.1.3.3. Reprenez aussi les mêmes paramètres.

# 4.2.4. Calcul du maillage

#### Etape 21: Générer le maillage

Dans la barre d'icônes, cliquez sur le bouton 🖾 ou sélectionnez l'instruction du menu 'Analyser – Maillage...'.

	Création du maillage
pour des plaques et parois	Taille maximale élément       1,0       m         Taille minimale élément       0,0       m         Avec subdivision des triangles       Image: Compare triangles       Image: Compare triangles         Division minimale de bord       1       Image: Compare triangles         Facteur de raffinement taille minimale élément       1       Image: Compare triangles
pour ossatures (-> poutres et colonnes qui ne font pas partie de plaques ou de parois.)	Nombre de division pour les barres isolées     8       Taille minimale élément pour les barres isolées     0,35       Aide     Annuler

Cliquez maintenant sur 'OK' pour lancer le calcul du réseau d'éléments finis. Une fenêtre vous montre l'avancement du calcul.

# 4.2.5. L'analyse élastique globale

Etape 22: Analyse élastique

Effectuez une analyse élastique 🖩 tel que décrit au §0.

Vous voyez ci-dessous, par exemple, les résultats des moments  $M_y$  et du déplacement vertical pour l'enveloppante ELS CR.



Diagramme de moment ELU CF



Diagramme de déformation ELS CR

Il est possible d'afficher les résultats uniquement pour une partie de la structure

- Sélectionnez toutes les barres dont on souhaite voir les résultats puis
- Cliquez sur l'icône III dans la barre d'icônes du haut. L'échelle de couleur est toujours adaptée aux valeurs extrêmes des résultats des barres visibles.

Pour rendre à nouveau tout visible, cliquez sur l'icône  $\mathbb{H}$  dans la barre d'icônes du haut.

# 4.2.6. Paramètres pour le contrôle de stabilité

#### 4.2.6.1. Flambement

Etape 23: Définir des groupes pour le flambement

Le principe des groupes de flambement a été abondamment analysé au §4.1.6.1. Nous n'allons donc pas répéter le mode opératoire.

Paramétrez les groupes de flambement autour de l'axe y'(u) comme suit:



Paramétrez les groupes de flambement autour de l'axe z'(v) comme suit:



Etape 24: Calcul des longueurs de flambement

Pour calculer les longueurs de flambement, cliquez sur l'icône 🥍 dans la barre d'icônes du haut.



Diamonds vous demande, en fonction du sens (autour de l'axe y'(u) ou z'(v)), pour quel type de structure et pour quelle sorte d'analyse ultérieure vous voulez calculer les longueurs de flambement. Nous sélectionnons ici

l'option 'nœuds semi-déplaçables'. C'est ce qui vous donne les longueurs de flambement les plus réalistes. Dans 'Combinaison pour déterminer des non-linéarités', sélectionnez 'ELS QP1'.

Cliquez sur 'OK' pour lancer le calcul des longueurs de flambement.

# 4.2.6.2. Déversement

Etape 25: Paramétrer pour le flambement

Comme nous avons maintenant modélisé les pannes qui se trouvent en toiture, nous ne devons plus appliquer d'appuis au déversement.

# 4.2.7. Le contrôle de résistance et de stabilité

Etape 26: Contrôle de résistance et de stabilité

Reprenez les mêmes paramètres que pour le portique 2D du §4.1.7.

Vous obtenez les résultats suivants:



Résultats pour la résistance des sections (%)



Résultats pour la stabilité (%)

Nous pouvons déduire de ces pourcentages que la structure satisfait en ce qui concerne la résistance ( $\leq 100\%$ ), mais pas pour ce qui est de la stabilité (>100%).

Pour obtenir davantage d'informations sur le problème de stabilité, vous pouvez double-cliquer sur une barre. Diamonds vous présente alors le calcul détaillé.

# 4.2.8. Optimisation du choix des profils

Etape 27: Optimisation du choix des profils

Pour lancer l'optimisation, cliquez sur le bouton ¹⁴ dans la barre d'icônes. Reprenez les paramètres du §4.1.8.

Une fois que l'optimisation est terminée, une boîte de dialogue s'affiche avec le résumé de l'optimisation:

Provide l'optimisation	×
<ul> <li>Poutre numéro 13 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 14 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 15 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 16 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 17 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 18 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 19 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> <li>Poutre numéro 20 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140</li> </ul>	^
Poutre numéro 21 changé de section IPE (EU)IPE 120 à IPE (EU)IPE 140	~
Nombres de barres devant être adaptées: 56 Nombres de barres qui ne doivent pas être adaptées: 82	
Annuler	<u>ok</u>

Diamonds vous propose de modifier quelques sections. Vous pouvez accepter ou refuser cette modification en cochant ou décochant la ligne correspondante. Etant donné que nous voulons encore calculer un assemblage, vous pouvez accepter toutes les modifications.

Une fois que l'optimisation est terminée, vous devez effectuer à nouveau l'analyse élastique, le calcul des longueurs de flambement et la vérification. En effet, les rigidités et les poids propres ont été modifiés. Du fait de cette modification, il se peut que la nouvelle vérification donne des résultats qui ne sont pas encore assez proches de 100%. Une seconde vérification s'impose donc.

Refaites l'analyse élastique afin de tenir compte des modifications des poids propres et des rigidités. Il n'est pas nécessaire de recalculer les longueurs de flambement et le contrôle normatif pour calculer un assemblage.

### 4.2.9. Calcul des assemblages

#### Etape 28: Calcul des assemblages

Nous allons illustrer la manière dont vous pouvez effectuer un calcul de détail d'un assemblage.

Le but de ce calcul est de communiquer la géométrie et les forces présentes dans un nœud au cœur de calcul de PowerConnect. C'est là que sont calculées la résistance et la rigidité de l'assemblage en fonction des composants présents (boulons, soudures, raidisseurs en cornière, plaques d'épaisseur, ...). Le développement de la rigidité calculé est ensuite pris en compte dans Diamonds en vue d'une analyse globale plus précise.

# 4.2.9.1. Détails de l'assemblage

#### Etape 25: Détails des liaisons

Nous nous limiterons dans cet exemple à deux types d'assemblages: l'assemblage entre une colonne et une poutre, et la liaison du faîte (assemblage poutre-poutre).

Effectuez une sélection de barres comme sur l'illustration ci-dessous. Faites également apparaître les numéros des lignes 1:



Cliquez ensuite sur l'icône le dans la barre d'icônes. Une boîte de dialogue comprenant une liste d'assemblages possibles s'ouvre.

- Nous sélectionnons le **diexième** type de la liste. Il s'agit de l'assemblage de la colonne avec l'arbalétrier.
- Faites le choix correct concernant la configuration de la liaison.

Ŷ		An	alyse des assemblages	-	
		N° point = 3 Connexion de gauche :	Liste connexions similaires : n° point:3, n° barre: 11, 3	Selection combinaisons	
	113	N° poutre de gauche = 11 Connexion de droite : N° poutre de droite = 3	n° point: 18, n° barre: 97, 65 n° point: 19, n° barre: 98, 66 n° point: 20, n° barre: 99, 67	Calcul de l'assemblage	
			n° point:21, n° barre: 100, 68	Insérer dans bibliothèque	
				Insérer sur structure	
		N° point = 4 Lis N° poteau = 6 n°	te connexions similaires : point:4, n° barre: 6, 12	Selection combinaisons	
	12	n° poutre de droite = 12 n° n°	point:22, n° barre: 77, 101 point:23, n° barre: 78, 102 point:24, n° barre: 79, 103	Calcul de l'assemblage	
		n°	point:25, nº barre: 80, 104	Insérer dans bibliothèque	
ļ	- ľ		8	Insérer sur structure	
	Aide			Annuler	Ōĸ

#### Sur la fenêtre 'Analyse des assemblages'

- Vous remarquerez que les assemblages qui possèdent la même configuration géométrique ont été regroupés en un seul type d'assemblage.
- En effet, un même assemblage peut avoir différentes configurations (poutre attenante à une colonne ou poutre reposant sur une colonne, etc.). Les numéros figurant sur le dessin correspondent aux numéros des lignes. Vous pouvez ainsi vérifier plus facilement si la configuration proposée pour la liaison est celle que vous souhaitez. Sélectionnez la bonne configuration.

#### 4.2.9.2. Sélectionner des combinaisons

Avant tout, vous devez déterminer pour quelles combinaisons vous souhaitez vérifier l'assemblage. Il va de soi que toutes les combinaisons ne seront pas déterminantes.

En filtrant les combinaisons sur base des pourcentages, vous pouvez indiquer des limites par rapport à la valeur maximale pour chaque effort tranchant (moment fléchissant, effort normal et effort tranchant). Mais si vous définissez des limites trop élevées, vous devez être bien conscient du risque suivant: si les limites sont fixées à 95%, par exemple, une combinaison de M comme de N et de V qui atteindra simultanément 90%, ne sera pas vérifiée. Cette combinaison peut cependant être plus dangereuse qu'une combinaison à 95% pour M et des pourcentages plus bas pour N et V. Une certaine prudence est donc de mise.

Cliquez sur le bouton Selection combinaisons pour sélectionner les combinaisons.

<b></b>	Choix des combinaisons	- 🗆 🗙								
Nombre de combina	isons sélectionnées :	9								
Critère de sélection	Critère de sélection									
Moment >	90 🚖 % du moment maximal									
Effort normal >	90 🔶 % de l'effort normal maximal									
Effort tranchant >	90 🔶 % de l'effort tranchant maximal									
Moment <	90 😒 % du moment minimal									
Effort normal <	90 😒 % de l'effort normal minimal									
Effort tranchant <	90 😒 % de l'effort tranchant minimal									
N° noeud4 n° barre	6, 12 : ULS FC 1	^								
✓ N° noeud22 n° barr	e77, 101 : ULS FC 1									
Nº noeud23 nº barr	e78, 102 : ULS FC 1									
✓ N° noeud24 n° barr	e79, 103 : ULS FC 1									
Nº noeud25 nº barr	e80, 104 : ULS FC 1	~								
Aide	Annuler	<u>O</u> K								

Au besoin, réglez tous les pourcentages sur 90% et cliquez sur 'OK'. Un 'V' s'affiche devant le bouton selection combinaisons pour indiquer que cette étape est terminée pour l'assemblage sélectionnée. Les combinaisons sont enregistrées, même si vous passez à un autre assemblage.

### 4.2.9.3. Calculer l'assemblage

A présent, le programme dispose de toutes les données nécessaires pour calculer l'assemblage. Nous lançons le module PowerConnect en cliquant sur Calcul de l'assemblage.

Une première boîte de dialogue vous demande de choisir le type d'assemblage. Nous optons pour un assemblage avec plaque de fin boulonnée (première option).



PowerConnect prépare un assemblage à l'aide d'un certain nombre de paramètres standard prédéfinis (voir Mode d'emploi de PowerConnect).



Vous pouvez adapter ici, le cas échéant, la géométrie de l'assemblage. Sélectionnez, par exemple, la colonne et cliquez une fois sur la colonne avec le bouton droit de la souris. Ajoutez une plaque à l'âme.



Double-cliquez maintenant sur un des boulons:



Cliquez sur pour calculer l'assemblage. La fenêtre 'Résultats' (voir illustration ci-dessous) apparaît automatiquement à l'avant-plan après chaque calcul. Les résultats y sont résumés succinctement. Vous y trouverez, en particulier, les efforts ultimes qui peuvent être repris par l'assemblage ainsi que la combinaison la plus critique.

Au cas où l'assemblage ne suffit pas pour la charge indiquée ou si l'assemblage implique certains dangers qui exigent votre attention, un avertissement s'affiche en rouge.



Vous trouvez aussi 2 diagrammes colorés dans ce rapport:

- Le diagramme de gauche est une représentation graphique du degré d'utilisation sur base du moment appliqué.
- Le diagramme de droite est une représentation graphique du degré d'utilisation sur base du moment maximal (que l'assemblage peut reprendre).

Vous pouvez déduire des deux diagrammes les composants que vous devez adapter pour optimiser l'assemblage.

Vous pouvez déduire du diagramme de droite les composants qui vont céder quand l'assemblage sera mise en charge à cette valeur maximale. Pour éviter une rupture fragile, le mode d'assemblage (boulons ou soudures) ne peut pas être le seul composant qui cède.

Fermez ensuite PowerConnect. Dans la première boîte de dialogue, un second 'V' s'affiche, cette fois pour le bouton Calcul de l'assemblage.

# 4.2.9.4. Placer l'assemblage dans la bibliothèque

En ce moment, vous n'avez sauvegardé l'assemblage avec ses résultats que de façon temporaire. Si vous voulez enregistrer l'assemblage dans la bibliothèque interne du projet, vous devrez cliquer sur le troisième bouton Insérer dans bibliothèque. La bibliothèque interne est la bibliothèque liée au projet proprement dit. A un stade ultérieur, vous pouvez ajouter l'assemblage dans une bibliothèque externe. De la sorte, cet assemblage pourra être aussi appliqué dans d'autres projets.

Inscrivez le nom de l'assemblage dans la boîte de dialogue. Une fois que vous avez cliqué sur 'OK', un troisième 'V' s'affiche.

Nom de l'assemblage				
Donner un nom à l'assemblage				
Poutre-colonne				
<u>Annuler</u> <u>OK</u>				

Il nous reste encore à attribuer l'assemblage au modèle. Le bouton Insérer sur structure vous permet de définir en premier lieu une relation entre les nœuds sélectionnés et l'assemblage de la bibliothèque. En second lieu, une fonction décrispant le développement de rigidité est attribuée aux extrémités des barres des nœuds en question. Si nous recalculons maintenant la structure, il sera toujours tenu compte de la valeur correcte.

\$	Anal	yse des assemblages	_ 🗆 🗙
Poutre-Poutre	N° point = 21 Connexion de gauche : N° poutre de gauche = 100 Connexion de droite : N° poutre de droite = 68	Liste connexions similaires : n° point: 3, n° barre: 11, 3 n° point: 18, n° barre: 97, 65 n° point: 19, n° barre: 98, 66 n° point: 20, n° barre: 99, 67 n° point: 21, n° barre: 100, 68	Selection combinaisons         Calcul de l'assemblage         Insérer dans bibliothèque         Insérer sur structure
Poutre-colonne	N° point = 25 List N° poteau = 80 n° p N° poutre de droite = 104 n° p n° p n° p	e connexions similaires : oint:4, n° barre: 6, 12 oint:22, n° barre: 77, 101 oint:23, n° barre: 78, 102 oint:24, n° barre: 79, 103 oint:25, n° barre: 80, 104	Selection combinaisons         Calcul de l'assemblage         Insérer dans bibliothèque         Insérer sur structure
Alde Alde			<u>Annuler</u>

Le premier assemblage est maintenant dimensionné. La boîte de dialogue permet de calculer encore d'autres assemblages, bien qu'une nouvelle analyse élastique soit en fait nécessaire. Mais vous pouvez ainsi parvenir à une solution de manière plus rapide et plus efficace.

Reprenez, par exemple, la procédure pour le **premier** assemblage de la liste (assemblage poutre-poutre).

Une fois ces deux assemblages calculés, nous refermons la boîte de dialogue. Sachez que vous pouvez exprimer le nom de l'assemblage dans la fenêtre, si le nom de l'assemblage est coché dans les paramètres de visualisation.



#### 4.2.9.5. Attribuer les assemblages

Vous aurez peut-être remarqué que les assemblages ont été calculées d'un seul côté de la structure. Comme les assemblages poutre-colonne ont une configuration identique du côté gauche, nous pouvons attribuer le même assemblage à ces nœuds.

Sélectionnez les assemblages colonne-poutre comme dans la figure cidessous et cliquez sur l'icône



Quand on coche l'icône ^{III}, Diamonds commence par vérifier si des barres ont été sélectionnées. Trois possibilités existent:

- Soit une liste de toutes les assemblages définies dans la bibliothèque s'affiche;
- Soit la boîte de dialogue présente l'assemblage déjà attribué;
- Soit Diamonds présente une liste d'assemblages qui pourraient être attribués aux barres.

Il s'agit ici de la dernière possibilité, puisque Diamonds retrouvera dans une de ses bibliothèques (en l'occurrence la bibliothèque interne) un assemblage qui peut être attribué aux barres sélectionnées.

<b>\$</b>	Bibliothèque assemblage	_ <b>□</b> ×
Poutre-colonne Poteau:HEA 260 Poutre:IPE 300	Connexion de droite : Sj,ini M + = 101554.3 kNm/Rad Sj,ini M = 72936.1 kNm/Rad Sj M + = 50777.1 kNm/Rad Sj M - = 36468.1 kNm/Rad Catégorie avec M + = rigide Catégorie avec M + = rigide Résultats généraux	
Nom Poutre-colonne	Assigner assemblage à la sélection Commentaires	^ v
Aide Aide	<b>a b</b>	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K

Dans le cas présent, il n'y a encore qu'un assemblage dans la bibliothèque. A des stades plus avancés, vous disposerez évidemment de plusieurs assemblages provenant de la bibliothèque interne et de la bibliothèque externe.

Pour attribuer effectivement les assemblages aux barres sélectionnées, cliquez sur le bouton: Assigner assemblage à la sélection. Le nom de l'assemblage apparaît alors dans le modèle. L'attribution du même assemblage aux autres nœuds s'effectue de la même façon.



#### 4.2.9.6. Vérifier des nœuds dans Diamonds

Etant donné que nous avons modifié la rigidité de tous les assemblages, un nouveau calcul s'impose.

Remarque: PowerConnect a également calculé une classe de rigidité pour l'assemblage (rigide, articulée ou semi-rigide). Vous en tiendrez compte en désignant l'option 'Calculer avec la classification de la rigidité de l'assemblage' dans la boîte de dialogue de l'analyse globale. De cette façon, Diamonds ne tiendra pas compte des rigidités de rotation calculées mais l'assemblage est considérée comme entièrement rigide, semi-rigide ou parfaitement articulée.

En principe, après l'analyse globale , nous devons à nouveau calculer les liaisons dans PowerConnect. Or, Diamonds est en mesure de vérifier les efforts qui agissent sur les liaisons sans que vous deviez passer à nouveau aux détails dans PowerConnect. De ce fait, le nombre de manipulations et le temps de calcul nécessaire sont fortement réduits.

Vous effectuez ce contrôle via le bouton ¹⁶. Une boîte de dialogue contenant 4 onglets s'affiche alors. Chaque onglet correspond à un type d'assemblage spécifique.

Vérification assemblage								
EC3	<b>T</b>							
Assemblage avec mo	Assemblage avec moment résistant							
Connexion	MEd- MRd- (kNm)	MEd+ MRd+< 1(kNm)	<u>NEd-</u> NRd- < 1 (kN)	$\frac{\frac{NEd+}{NRd+}}{(kN)} < 1$	VEd-           VRd-           (kN)	VEd+           VRd+           (kN)	$\left[\left(\frac{MEd}{MRd} + \frac{NEd}{NRd}\right)^2 + \left(\frac{VEd}{VRd}\right)^2 < 1\right]$	
Poutre-colonne	$\frac{-20.5}{-194.3} = 0.1$	$\frac{24.1}{269.5} = 0.1$	$\frac{0.0}{-770.2} = 0.0$	$\frac{1.0}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-11.7}{-531.6} = 0.0$	$\frac{16.2}{531.6} = 0.0$	$\left(\frac{-20.5}{-194.3} + \frac{1.0}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{16.2}{531.6}\right)^2 = 0.0$	
Poutre-colonne	-20.5 -194.3 = 0.1	$\frac{24.1}{269.5} = 0.1$	$\frac{0.0}{-770.2} = 0.0$	$\frac{1.0}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-11.7}{-531.6} = 0.0$	$\frac{16.2}{531.6} = 0.0$	$\left(\frac{-20.5}{-194.3} + \frac{1.0}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{16.2}{531.6}\right)^2 = 0.0$	
Poutre-colonne	$\frac{-51.5}{-194.3} = 0.3$	$\frac{165.5}{269.5} = 0.6$	$\frac{-23.4}{-770.2} = 0.0$	$\frac{54.5}{1386.0} = 0.0$	$\frac{-19.1}{-531.6} = 0.0$	$\frac{72.8}{531.6} = 0.1$	$\left(\frac{165.5}{269.5} + \frac{54.5}{1386.0}\right)^2 + \left(\frac{72.8}{531.6}\right)^2 = 0.4$	•

Une vérification des différents efforts et de leurs combinaisons est effectuée pour chaque nœud. Si une vérification ne suffit pas, Diamonds l'indique en rouge. De cette manière, vous obtenez rapidement un aperçu des assemblages qui pourraient éventuellement poser problème.

# **5. Exemples en bois** 5.1. Exemple 1: 2D

Licences requises

✓ Barres 2D
 ✓ Vérification bois

# 5.1.1. Objectif de l'exercice

Dans cet exemple, nous traiterons du calcul d'une charpente en bois. Nous calculerons les forces et contraintes internes dans les barres, et nous effectuerons ensuite un contrôle normatif sur la résistance et la stabilité.

La charpente à calculer se présente comme suit:



Cette ferme est exécutée en bois C18.

# 5.1.2. Définition de la structure

Avant de composer la géométrie, nous allons étoffer la bibliothèque des sections avec des sections régulièrement exécutées en bois. Cela facilitera la définition et l'optimisation de la charpente.

#### Etape 1: Etoffer la bibliothèque des sections

Passer à 'Modifier – Bibliothèque sections'.

Cliquez sur '[-]' arrière 'Groupe' pour définir un nouveau groupe. Nommez ce groupe, par exemple 'POUTRES' et cliquez sur le bouton après. Cliquez sur 'OK' pour fermez cette fenêtre.

Ŷ						Dia	monds	[Win	ndow 1	(m)]					**			- 0	
💝 Fichier	Edit KO	ion Vue Sélection Mor Annuler Ctrl+Z	ntrer Ana	lyser Op	tions Fe	enêtres d	Aide X Ke 🕻	<b>5</b>   8	: 5	Fe% 124	=	目や	1						- & X
	2	Refaire Shift+Ctrl+Z Copier vue Ctrl+C Bibliothèque matériaux Bibliothèque sections Bibliothèque treillis		Géométri	2:			¥	<b>B</b>		R	中 ( %	) Q @	R 🖾		DR	2 P	Niveau a Etage 1	ctif 2.70 m 2.70 m
الله کې 19 مې 19 مې	21 F	Pypes           Image: Second	7 🛨 E	] []	Nom		Biblio	othè	que sec	tions									du sol dessin 0 m 0 m 0 m
	1. W 1. W	IFB-HEM (EU) - IFB	1/2 HEM 3 1/2 HEM 3 1/2 HEM 3 1/2 HEM 3 1/2 HEM 4 1/2 HEM 4 1/2 HEM 4 1/2 HEM 4	40-2 60-1 60-2 00-1 00-2 50-1 50-2	Group	es	[-]		Sé	electio RES	nnez	grou	pe de	e sect	ions	-			ion
J.F.		A IFB-HEM (EU) - IFB IFB-HEM (EU) - IFB	1/2 HEM 5 1/2 HEM 5 1/2 HEM 5	00-1 00-2 50-1 ¥															15 文 10 文 15 文 upes
														Ca	ancel		<u>о</u> к		ar /

Cliquez maintenant sur 🖻 pour ajouter le **premier** profil. Modifiez le nom vers '38x175'. Cliquez sur '[-]' chez 'Groupes' et sélectionnez le groupe 'POUTRES'.

Image: Second	

Suite cliquez sur . Sélectionnez une forme de rectangle et complétez les dimensions (B et H).

	Section	×
Cross-section Name 38x150 V Shape V Dimensions B 38 mm H 150 mm		Dimensions Axes
Section properties	Id-formed members	Material dependent 🥅
Sy 427500 mm ³ Iy' 10687500 mm ⁴ iy' 43.3 mm Wel,y',t 142500 mm ³ Wel,y',b 142500 mm ³	Sz         108300         mm³           Iz'         685900         mm4           iz'         11.0         mm           Wel,z',I         36100         mm3           Wel,z',r         36100         mm3	alpha 0.0 ° Iyz 0 mm ⁴ It 2305872 mm ⁴ Iw 0 mm ⁶ Twm 62674 mm ³
Material Material Timber C18	Ŧ	<u>C</u> ancel <u>Q</u> K

Cliquez sur 'OK' pour placer la section dans la liste.

<del>\$</del>	Sectie bibliotheek	×
Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Construct on the system         Image: Construct on the system           Image: Constresystem         Image: Construct on the syste	Naam     default _     38x150       Groepen     BALKEN       Geometrie     Geavanceerd       B = 38.0 mm       H = 150.0 mm	Rechthoek
Help	<u>ц</u>	<u>A</u> nnuleer <u>QK</u>

Faites le même pour le profile 38x150. Le mode opératoire est analogue à celui-ci-dessus.

Cliquez sur pour sauvegarder les changements et sur 'OK' pour refermer la bibliothèque des profils.
#### Etape 2: Passer à la configuration 'Géométrie'

La définition de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 👼, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

Image: Section Montrer Analyser Options Fepètres Aide         Image: Section Montrer Analyser Options Fepitres Aide         Image: Section Montrer Analyser Option Montrer Analyser Options Fepitres Aide </th <th>×</th>	×
□ 2 ■ ○ 4 0 0 0 0 0 日田田田田 III 1 回 文 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	- 8 ×
Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true       Image: Second true     Image: Second true     Image: Second true     Image: S	
Normal and findation       Image: Constraint of the second se	
Image: Constraint of the second se	áf 💌
Z Vue du dessus	0 m ).0 m
zułau 🕅 Nivea	on étages
	u du sol
✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓         ✓	.0 m .0 m .0 m
ET C Uu arrière	ation
Image: State in the state i	25 🚔
Image: Charges     Vue côté droit     Symboles       Charges     Charges	15 文 15 🜩
Affichez gr Z-X-X Z-X-X	0upes
	25

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue de face. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes ou sur

 $z \xrightarrow{x}$  dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le deuxième point de vue 'Vue de face'. Vous activez ainsi un plan de dessin vertical.

#### Etape 3: Générateur de structure

Vous pouvez introduire une structure des manières suivantes:

- Dessiner immédiatement à l'écran 🗸, avec la souris.
- Dessiner à l'écran au moyen de coordonnées, avec le clavier.
- Utiliser le générateur de structure
- Charger un dxf.

Dans cet exemple, nous allons utiliser un générateur de structure. Le dessin de la structure est abordé dans l'exemple 2 au §3.2.

Cliquez sur l'icône dans la palette. Une boîte de dialogue s'affiche, où vous pouvez sélectionner le type de forme de structure que vous voulez générer. Sélectionnez une charpente tel qu'indiqué sur la figure suivante.



Après que vous avez cliqué sur 'OK', Diamonds vous demande les données géométriques de la charpente. Reprenez les données comme dans la figure ci-dessous.

🧇 Assistant: toit	- 🗆 ×
	Arbalétrier gauche       35.0       °         Indinaison:       35.0       °         Nombre de noeuds intermédiaires:       0       •         Hauteur Point de base - Entrait:       1.60       m         Longueur horizontale de la saille:       0.00       m         Section       38x175 [C18] - C18         Arbalétrier droite       1.60       m         Indinaison:       35.0       °         Nombre de noeuds intermédiaires:       0       •         Hauteur Point de base - Entrait:       1.60       m         Longueur horizontale de la saille:       0.00       m         Section       38x175 [C18] - C18         Entrait       1.60       m         Nombre de noeuds intermédiaires:       0       •         Hauteur Entrait - Crête:       1.60       m         Section       38x175 [C18] - C18       Coordonnées appui gauche         X =       0       m         Y =       0       m         Z =       0       m
	Annuler OK

Pour modifier la section des arbalétriers/entraits:

- Cliquez sur

- Cliquez sur iste et sélectionnez la section souhaitée dans la liste. Tant les poutres que l'entrait ont une section de 38x175.

Section	nt: toit – 🗆 🗙
Profil Nom POUTRES 38x175 [C18] Forme Constant Dimensions Axes B B B Constant Dimensions Axes B B Constant Dimensions Axes B Constant Dimensions Axes B Constant Dimensions Axes B Constant Dimensions Axes Constant Dimensions Axes Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constant Constan	Arbalétrier gauche $35.0$ $\circ$ Nombre de noeuds intermédiaires: $0 \diamondsuit$ $\bullet$ Hauteur Point de base - Entrait: $1.60$ m         Longueur horizontale de la saillie: $0.00$ m         Section $38x175$ [C18] - C18         Arbalétrier droite $0 \diamondsuit$ $\bullet$ Inclinaison: $35.0$ $\circ$ Nombre de noeuds intermédiaires: $0 \diamondsuit$ $\bullet$ Hauteur Point de base - Entrait: $1.60$ m         Longueur horizontale de la saillie: $0.00$ m         Section $38x175$ [C18] - C18         Entrait       Nombre de noeuds intermédiaires: $0 \oiint$ Hauteur Entrait - Crête: $1.60$ m         Section $38x175$ [C18] - C18       Coordonnées appui gauche         X = $0$ m       X = $0$ m         Y = $0$ m       Z = $0$ m         Z = $0$ m       X       X
Matériau Matériau Bois C18 Sens du grain	
Axes locaux Angle pour orientation 0,0 ° Miroité	
Aide Annuler OK	

Cliquez ensuite sur 'OK' pour confirmer la sélection. Sélectionnez le matériau 'Bois C18'. Cliquez sur 'OK' pour attribuer la section à la poutre/l'entrait.

Cliquez ensuite sur 'OK' pour confirmer la sélection. Cliquez ensuite sur 'OK' pour dessiner la structure.

Etape 4:	Compléter	la structure
----------	-----------	--------------

Complétez la structure à l'aide de . Le curseur intelligent vous aide à trouver le centre.



Dessinez aussi les 2 autres lignes.



#### Etape 5: Copier le matériau et la section

La section et le matériau des lignes que vous venez de dessiner sont identiques à ceux de l'entrait. Nous pouvons copier facilement la section et le matériau en cliquant avec le bouton droit de la souris sur un entrait.



Sélectionnez ensuite les 3 barres sans section, cliquez une fois sur le bouton droit de la souris et collez la section et le matériau.



# 5.1.3. Définition des charges

Etape 6: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes

du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🔤, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

	ī	Charges 💌	R	<b>LIT</b>	Ж	
1	1.	Géométrie				
		Charges				
		Résultats				
		Maillage				

#### A propos de la configuration 'Charges'

La configuration 'Charges' est dotée d'une palette distincte qui contient toutes les fonctions permettant de définir les différentes charges et de générer les combinaisons de charges. Notez bien que le point de vue demeure inchangé quand vous basculez entre deux configurations.

## 5.1.3.1. Créer les groupes de charges

#### Etape 7: Créer les groupes de charges

Avant d'introduire la moindre charge, il est important de définir les différents cas de charges dont vous avez besoin. Cliquez sur le bouton

 $\gamma_{g}^{\gamma_{u}}$  de la palette de la fenêtre 'Charges'. L'écran suivant s'affiche:

♥ Fichier Édition Yue Sélection Montres Analyser Options Fegêtres Aide         ■ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	♥ Eichier Edition Yue Selection Montrer Analyzer Options Fegetres Aide       ■ ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■       ■ <th colspan="9">Diamonds - [Fenêtre 1 - Poids propre - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m², °C)]</th>	Diamonds - [Fenêtre 1 - Poids propre - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)]														
□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	Image:	💝 Eichier Edition Vue Sélection Montre	Analys	er <u>O</u> pt	ions Fe	<u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e								-	5 ×
Image: Sector of targes       Image: Sector of targes         Image: Sector of targes       Supprimer groupe de charges         Image: Sector of targes       Supprimer groupe de charges         Image: Sector of targes       Plusieurs cas par groupe         Image: Sector of targes       Supprimer groupe de charges         Image: Sector of targes       Plusieurs cas par groupe         Image: Sector of targes       Plusieurs cas pa	Image:	D 📽 🖪 🖪 🖗 🖗 🗠 🖂 🗄	ΠĦ		Tei	8	L Fe	8 8	m C	Fe% II	11	即均				
Weild Book       Noveau actif         Pools propre       Image: section diages         Image: section diages       Image: section diages <t< td=""><td>Weeku actif         Podds propre         Weeku actif         Podds propre         Meeku actif         Coefficients de charges pour         EN 1990         Podds propre         Ajouter groupe de charges         Pusieurs cas par groupe         Ajouter groupe de charges         Pusieurs cas par groupe         Nom groupe de charges         Yelu-       Yelu-         Yelu-       <td< td=""><td>😨 🛅 🗮 🔀 Fenêtre 1 💽</td><td>1</td><td>Charges</td><td></td><td></td><td></td><td>•</td><td><b>R FH</b></td><td>8</td><td>R</td><td><b>₽</b> ₹</td><td>7QQX /</td><td>DR</td><td></td><td>ā</td></td<></td></t<>	Weeku actif         Podds propre         Meeku actif         Coefficients de charges pour         EN 1990         Podds propre         Ajouter groupe de charges         Pusieurs cas par groupe         Ajouter groupe de charges         Pusieurs cas par groupe         Nom groupe de charges         Yelu-       Yelu-         Yelu- <td< td=""><td>😨 🛅 🗮 🔀 Fenêtre 1 💽</td><td>1</td><td>Charges</td><td></td><td></td><td></td><td>•</td><td><b>R FH</b></td><td>8</td><td>R</td><td><b>₽</b> ₹</td><td>7QQX /</td><td>DR</td><td></td><td>ā</td></td<>	😨 🛅 🗮 🔀 Fenêtre 1 💽	1	Charges				•	<b>R FH</b>	8	R	<b>₽</b> ₹	7QQX /	DR		ā
Poids propre       Image: 1       Image: 2	Pods propre       proge	y ^y u alt O													Niveau actif	
Image: second	Image: Section of tages         Coefficients de charges pour         EN 1990         Image: Section of tages         Coefficients de charges pour         EN 1990         Image: Section of tages         Coefficients de charges pour         EN 1990         Image: Section of tages         Coefficients de charges         Supprimer groupe de charges         Plusieurs cas par groupe         Image: Section of tages         Image:	Poids propre													Etage 1	-
Image: Section Point of the section	Image: set of the set of	年月12.70 m														
Yn. T'       The Gestion etages         Groupes de charges       Classe de conséquence       2       Classe de servic       1       The fille         Coefficients de charges pour       EN 1990       Image: Section etages       Classe de conséquence       2       Classe de servic       1       Image: Section etages         Ajouter groupe de charges       Image: Section etages       Durée d'utilisation       50       Image: Section etages       Plusieurs cas par groupe         Ajouter groupe de charges       Image: Section etages       Plusieurs cas par groupe       Plusieurs cas par groupe       Image: Section etages         Nom groupe de charges       Yelu+       Yelu+       Yels-       Yels+       Yelu+       Yels-       Yels+       Yelu+       Yels-       Yelu+       Yels-       Yelu+       Yels-       Yelu+	Coefficients de charges pour       EN 1990       Classe de conséquence       2       Classe de servic       1        Classe de conséquence       2       Classe de servic         Classe de servic       1          Classe de conséquence       2          Classe de servic       1            Classe de servic       1 <td< td=""><td colspan="10">₩ 2J</td></td<>	₩ 2J														
Yelv       Yelv       Yelv       Yelv       Yelv       V       Image: Non groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Plusieurs cas par groupe       Classe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Non groupe de charges       Non groupe de ch	Groupes de charges       Classe de servic       I III         Coefficients de charges pour       EN 1990       I       I       I       IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	7m T ² ∰ Gestion étages														
Coefficients de charges pour       EN 1990       Image: Classe de conséquence       2       Classe de servic       1       Classe de servic       1       Image: Classe de servic       Image: Classe de servic       1       Image: Classe de servic       1       Image: Classe de servic       <	Coefficients de charges pour       EN 1990       ✓       ✓       Classe de conséquence       2       Classe de servic       1       1         Ajouter groupe de charges       Insérer groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe       Image: Supprimer groupe de charges       Image: Supprimer groupe de ch	Groupes de charges   -   -   ×														
Coefficients de charges pour       Insérer groupe de charges       Classe de conséquence 2 • Durée d'utilisation       Classe de servic 1 •         Ajouter groupe de charges       Insérer groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe I         Nom groupe de charges       Yelu-       Yelu-       Yels-       Yels-       Yels+ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ $t_0$ Charge       Action $\checkmark$ Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent $ \pm \pm $ $\checkmark$ charges dexpl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen $ \pm \pm $	Coefficients de charges pour       EN 1990 <ul> <li>Classe de conséquence</li> <li>Durée d'utilisation</li> <li>Supprimer groupe de charges</li> </ul> Classe de servic         1 <ul> <li>Ajouter groupe de charges</li> <li>Nom groupe de charges</li> <li>Plusieurs cas par groupe</li> <li>Nom groupe de charges</li> <li>Plusieurs cas par groupe</li> <li>Nom groupe de charges</li> <li>Plusieurs cas par groupe</li> <li>Charge Action</li> <li>Action</li> <li>Arges permanentes</li> <li>1.35</li> <li>1.00</li> <li>1</li></ul>															
Durée d'utilisation       50 $\textcircled{\bullet}$ années         Ajouter groupe de charges       Insérer groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe []         Nom groupe de charges       Yelu-       Yelu-       Yelu-       Yels-       Yels+ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ $t_0$ Charge       Action         V       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       — $\pm \pm \pm$ V       charges permanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.85       0       permanent       — $\pm \pm \pm$ V       charges d'expl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen $= \pm \pm \pm$	Durée d'utilisation     50 € années       Ajouter groupe de charges     Insérer groupe de charges     Supprimer groupe de charges     Plusieurs cas par groupe [       Nom groupe de charges     Yelu-     Yelu-     Yelu-     Yels-     Yels- <t< td=""><td colspan="11">Coefficients de charges pour EN 1990 💌 💌 Classe de conséquence 2 文 Classe de servic 1 文</td></t<>	Coefficients de charges pour EN 1990 💌 💌 Classe de conséquence 2 文 Classe de servic 1 文														
Ajouter groupe de charges         Insérer groupe de charges         Supprimer groupe de charges         Plusieurs cas par groupe [           Nom groupe de charges         Yelu-         Yelu-         Yelu-         Yels-         Yels-         Yels+         \$\psi 0\$         \$\psi 1\$         \$\psi 2\$         \$\varphi\$         \$\mathbf{L}_{00}\$         \$\mathb	Ajouter groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Plusieurs cas par groupe [         Nom groupe de charges       Yelu-       Yelu-<	Durée d'utilisation 50 🚖 années														
Ajouter groupe de charges       Inserer groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Puiseurs cas par groupe (         Nom groupe de charges       Yelu-       Yelu-       Yelu-       Yels-       Yels- $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ $t_0$ Charge       Action $\checkmark$ Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       — $\pm \pm \pm$ $\checkmark$ charges permanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01       0.01	Ajouter groupe de charges       Inserer groupe de charges       Supprimer groupe de charges       Puiseurs cas par groupe [         Nom groupe de charges       Yelu+       Yelu+       Yels-       Yels+ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ $t_0$ Charge       Action         Image: specific constraints       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       Image: specific constraints       Image: sp															
Nom groupe de charges         Yelu+         Yelu+         Yels+         ψ0         ψ1         ψ2         φ         ξ         to         Cdc/k mod         Charge         Action           ✓         Poids propre         1.35         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         1.00         0.85         0         permanent         —         ±±±           ✓         charges permanentes         1.35         1.00         1.00         1.00         1.00         0.85         0         permanent         —         ±±±           ✓         charges dexpl. A : habitation         1.50         0.00         1.00         0.50         0.30         1.00         1.00         0         0         terme moyen         —         ±±±	Nom groupe de charges       Yelu-       Yelu-       Yelu-       Yels-       Yels-       ψ0       ψ1       ψ2       φ       ξ       to       Cdc/la       kmod       Charge       Action         ✓       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       ±±±         ✓       charges permanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       ±±±         ✓       charges dexpl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0       terme moyen       —       ±±±	Ajouter groupe de charges Supprimer groupe de charges Plusieurs cas par groupe 🗌														
✓       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00	✓       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.85       0       permanent       —       4±±         ✓       charges germanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       4±±         ✓       charges dexpl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       —       4±±         Groupes de charges incompatibles       Groupes de charges liés       Combiner groupes de charges       Dégrouper groupes de charges        Aide	Nom groupe de charges $\gamma_{elu+}$ $\gamma_{elu+}$ $\gamma_{els+}$ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ to $C_{u+}^e$ kmod Charge Action														
✓       Points propre       1.55       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00       0.00 <td>✓       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.85       Ø       permanent       —       311         ✓       dharges permanentes       1.35       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       311         ✓       dharges dexpl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       —       311         Groupes de charges incompatibles       Groupes de charges liés       Combiner groupes de charges       Dégrouper groupes de charges      </td> <td></td> <td>4.05</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> <td>0.05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.1</td> <td></td>	✓       Poids propre       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.00       0.85       Ø       permanent       —       311         ✓       dharges permanentes       1.35       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       311         ✓       dharges dexpl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       —       311         Groupes de charges incompatibles       Groupes de charges liés       Combiner groupes de charges       Dégrouper groupes de charges		4.05	4.00	4.00	1.00	1.00		1.00	4.00	0.05				1.1	
✓       charges permanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       ±±±         ✓       charges d'expl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       —       ±±±	✓       charges permanentes       1.35       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       1.00       0.85       0       permanent       —       3±±         ✓       dharges d'expl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       —       3±±         Groupes de charges incompatibles       Groupes de charges liés       Combiner groupes de charges       Dégrouper groupes de charges       Dégrouper groupes de charges       Annuler       QK	Polds propre	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent	_	***	
✓       charges d'expl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.70       0.50       0.30       1.00       0       terme moyen       —       ±±±	Image: Signal de charges d'expl. A : habitation       1.50       0.00       1.00       0.70       0.50       0.30       1.00       1.00       0       terme moyen       Image: Line de charges incompatibles         Groupes de charges incompatibles       Groupes de charges liés       Combiner groupes de charges       Dégrouper groupes de charges         Aide       Anuler       QK	✓ charges permanentes	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent	-	+++	
	Groupes de charges incompatibles         Groupes de charges liés         Combiner groupes de charges         Dégrouper groupes de charges           Aide         Anuler         QK	✓ charges d'expl. A : habitation	1.50	0.00	1.00	0.00	0.70	0.50	0.30	1.00	1.00	0	terme moyen	-	<u>+++</u>	
	Groupes de charges incompatibles         Groupes de charges liés         Combiner groupes de charges         Dégrouper groupes de charges           Aide         Anuler         QK															
	Groupes de charges incompatibles     Groupes de charges liés     Combiner groupes de charges     Dégrouper groupes de charges       Aide     Annuler     QK															
Groupes de charges incompatibles Groupes de charges liès Combiner groupes de charges Dégrouper groupes de charges	Aide <u>A</u> nnuler <u>QK</u>															
Aide Annuler OK		Groupes de charges incompatibles														
		Groupes de charges incompatibles												Annuler	ок	

#### A propos de la fenêtre 'Groupes de charges'

 Dans le menu du haut, indiquez la norme à laquelle les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison doivent répondre. En ce moment, cette fenêtre indique 'Eurocode 0', sans annexe nationale.

- Dans certaines annexes nationales, les coefficients de sécurité dépendent aussi de la classe de conséquence et de la durée de vie du projet. Les deux sont liés à l'intérêt économique et/ou social de l'ouvrage. Une classe de conséquence/durée de vie du projet plus élevée/longue entraînera des facteurs de sécurité plus hauts.
- En haut à droite, vous pouvez indiquer la classe de climat. Cette classe de climat est représentative d'une teneur en humidité donnée de l'air/du bois. Diamonds utilise la classe de climat pour déterminer le facteur de modification k_{mod}. Le facteur de modification k_{mod} prend en compte l'influence de la durée de la charge et de la teneur en humidité sur les caractéristiques de résistance. Le facteur de modification k_{mod} dépend non seulement de la classe de climat mais aussi de l'espèce de bois et de la classe de durée de la charge. Vous devez indiquer la classe de durée de la charge dans la dernière colonne.
- Dans le tableau en-dessous, les cas de charge 'Poids propre', 'Charges permanentes' et 'Charge d'exploitation A' sont prédéfinis par défaut. A part le poids propre, vous pouvez les renommer ou les supprimer librement. Les cases à droite de chaque cas de charge contiennent les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison nécessaires pour la génération automatique des combinaisons de charges.
  - Nous ne discuterons pas les autres paramètres de cette fenêtre.

#### Etape 8: Modifier le type de 'charge d'expl.'

#### Modifiez le type de 'Charge d'expl. A' vers 'Charge d'expl. H'.

		D	iamono	is - [Fer	nêtre 1	- Poids	propre	e - (kN	, kNm, r	mm, kN	/m, kN	m/m, ki	N/m², °C)]		- 0	×
🤗 Ei	chier	<u>Edition Vue Sélection Montrer</u>	<u>A</u> naly	ser <u>O</u> pt	ons Fe	<u>n</u> êtres	Ai <u>d</u> e									_ 8 ×
D	Ż	📱 🖪 🖉 🚺 🗠 🖂 🖽	ΠĦ	🏼	Tei	8	L Le	6 8	m 🕀	$Fe\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!\!$		自ら				
*	5	🖹 🔀 Fenêtre 1 💽	1	Charges				•	<b>R</b>	🕅 🖂	R	中《		DR		
γ. ^γ .	щ	± <u>©</u>													Niveau a	ctif
Doide	Etage 1															
÷	Groupes de charges   - □ ×															
Coe	Coefficients de charges pour EN 1990 🔽 🔽 Classe de conséquence 2 文 Classe de servic 1 文															
							Dur	ée d'utilis	sation	50	🔷 anr	nées				
					1						1					_
<u> </u>	Ajouter groupe de charges Insérer groupe de charges Plusieurs cas par groupe 🗌															
		Nom groupe de charges	Yolus	Yolut	Yele-	Yelet	ψ	$\psi_1$	ψ,	φ	ξ	to	Cekmod	Charge	Action	
			Cit	Ciuri	0.5	0.51	Ŭ	-	-			Ŭ	la	Charge	Account	
<b> </b>   <b>∕</b>		Poids propre	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent		<u>+++</u>	
<b>∠</b>		charges permanentes	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0	permanent	-	<u>+++</u>	
<b>↓ ↓</b>	✓         charges d'expl. H : toits         ▼         1.50         0.00         1.00         0.00         0.00         1.00         1.00         0         terme moyen         —         ↓⊥↓															
	charges d'expl. G :véhicules lour 🗚															
		neige (H > 1000 m) neige (H <= 1000 m)														
		Vent Température														
		Sismique														
Gr	oupe	es de charges incompatibles	Groupe	s de cha	ges liés			Combin	ier group	ies de ch	arges	Déç	grouper groupes de cha	rges		
	Aid	le												Annuler	0	ĸ
	-			_		_			_	_	_					

#### Etape 9: Créer un groupe de charges 'vent'

Nous ajoutons maintenant un cas de charge 'vent'.

- Cliquez sur Ajouter groupe de charges pour ajouter un groupe de charges.
- Sélectionnez le type prédéfini 'vent' dans la liste. Notez bien que Diamonds remplit automatiquement les coefficients de sécurité et les facteurs de combinaison.

🦻 Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 - Poids propre - (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m², °C)] – 🗖 🗙																	
🍄 Ejchier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenetres Aide																	
D☞ ■Q●0 ∽ ~																	
	変 🖻 😤 🛛 Window 1 🔹 🚺 Charges 🔹 🗰 円 図 🗟 💉 日本 🕅 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日																
$\gamma_g^{\gamma_u} \stackrel{ff}{\downarrow f}$	y ^y _ℓ <u>tin</u> v _ℓ <u>tin</u> verdeping 1 ▼																
Groupes de charges – – X																	
Coeffic	Coefficients de charges pour EN 1990 💌 💌 Classe de conséquence 2 🚖 Classe de servic 1 文																
	Durée d'utilisation 50   <b>↓</b> années																
Ajout	Ajouter groupe de charges Insérer groupe de charges Supprimer groupe de charges Plusieurs cas par groupe 🗆																
	Nom groupe de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{\rm elu+}$	$\gamma_{\rm els}$	$\gamma_{\rm els+}$	$\psi_0$	$\psi_1$	ψ2	φ	ξ	to	Co la	k _{mod}		Charge	Action	
<ul> <li>Image: A start of the start of</li></ul>	Poids propre	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent		_	<u>+++</u>	
<ul> <li>Image: A set of the /li></ul>	charges permanentes	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent		—	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	
<ul> <li>Image: A second s</li></ul>	charges d'expl. H : toits	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0		terme moye	en	_	$\downarrow_{\downarrow\downarrow}$	
$\checkmark$	Vent 👻	1.50	0.00	1.00	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	1.00	0		court terme		po -	$\downarrow_{\downarrow\downarrow}\downarrow$	
	charges d'expl. I : toits neige (H > 1000 m) neige (H > 1000 m) Vent Température Sismigue Ponts roulants ✓																
Group	es de charges incompatibles	Groupe	s de char	ges liés			Combin	ier group	es de ch	arges	Dé	grou	uper groupes	de cha	rges		
Aic	Aide <u>Annuler</u> QK																

Nous considérons 16 sortes de vent:

- Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
- Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{ni} = 0,2$ )
- Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent gauche descendant -> droite descendant  $(c_{pi} = 0,2)$
- Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
- Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
- Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )

Nous classons ces 16 sortes de vent en sous-groupes de charges. Vous pouvez définir des sous-groupes de charges en cochant Plusieurs cas par groupe .

A côté de chaque groupe de charges, vous pouvez indiquer combien de sous-groupes vous souhaitez et une figure de 'bonshommes' s'affiche. Cliquez sur la figure jusqu'à ce que les bonshommes se lâchent les mains.

#### A propos des sous-groupes de charges

Les 'bonshommes' peuvent se donner la main ou non. Cliquez sur les bonshommes pour basculer entre les deux.

- Quand les bonshommes ne se donnent pas la main 38, cela veut dire que les sous-groupes de charges sont **incompatibles** (c.-à-d. que les sous-groupes de charges ne peuvent jamais se trouver ensemble sur la structure). C'est par exemple le cas du vent et de la neige.
- Si les bonshommes se donnent la main #, les sous-groupes de charges agiront tous ensemble sur la structure. C'est utile, par exemple, quand la charge permanente est scindée sur un plancher.

	nts de charges pour le	34 1990		· · · · ·	Jasse de Durée d'u	e consequ utilisation	uence 2	2 <b>•</b>	années		Class	e de ser	vicj 1 j	Ē				
Ajouter	r groupe de charges	er groupe d	le charges	]	Suppri	mer grou	ipe de d	harges								Plusieu	rs cas par gri	oupe
	Nom groupe de charges	=	Туре	Nom cas de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{elu+}$	$\gamma_{\rm els}$ -	$\gamma_{\rm els+}$	ψ ₀	$\psi_1$	ψ ₂	φ	ξ	t _o	Co la	kmod	Charge	Acti
1	Poids propre	1			1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	4.
1	charges permanentes	1			1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0		permanent	-	±.
/	charges d'expl. H : toits	1			1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0		terme moyen	-	++
1	Vent	16	₹£	Cas 1	1.50	0.00	1.00	0.00	0.60	0.20	0.00	1.00	1.00	0		court terme	peo	++
				Cas 2														
				Cas 3														
				Cas 4														
				Cas 5														
				Cas 6														
				Cas 7														
				Cas 8														
				Cas 9														
				Cas 10														
				Cas 11														
				Cas 12														
				Cas 13														
				Cas 14														
				Cas 15														
				Cas 16														
																		>

Complétez le tableau comme ci-dessous:

Remarque: Comme nous examinons la ferme en 2D, nous n'avons pas fait générer le vent hors du plan, mais vous pouvez aussi le faire à l'aide du générateur de vent.

Etape 10: Créer des groupes de charges 'neige'

Préparez enfin un dernier cas de charges à l'aide de Ajouter groupe de charges. Préparez ce cas de charge du type 'neige' (H  $\leq$ 1000m) et définissez 3 sous-groupes de charges.

- Cas 1
- Cas 2
- Cas 3

	101 1000		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Durée d'	utilisatior	1 5	i0 🚖	années					-			
Ajouter groupe de charges	sérer groupe de	charges	]	Suppr	imer gro	upe de d	harges							Plusie	urs cas par gri	oupe <b>F</b>
Nom groupe de charges	# 1	Туре	Nom cas de charges	$\gamma_{\rm elu}$	$\gamma_{elu+}$	γ _{els-}	$\gamma_{els+}$	$\psi_0$	$\psi_1$	ψ ₂	φ	ξ	to	C¢ kmod	Charge	Acti
			Cas 2	1	-						1	-				_
			Cas 3													
			Cas 4													
			Cas 5													
			Cas 6													
			Cas 7													
			Cas 8													
			Cas 9													
			Cas 10													
			Cas 11													
			Cas 12													
			Cas 13													
			Cas 14													
			Cas 15													
			Cas 16													
/ neige (H <= 1000 m)	3	3£	Cas 1	1.50	0.00	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	1.00	1.00	0	court terme	*	41
			Cas 2													
	3 🚖		Cas 3													
			1													>

Cliquez ensuite sur le bouton 'OK'.

## 5.1.3.2. Introduire les groupes de charges

Etape 11: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

- Le poids propre est calculé automatiquement.



- Nous appliquons une charge permanente sur les deux arbalétriers.
  - Sélectionnez le cas de charge 'Charge permanente' dans le menu déroulant.
  - o Sélectionnez ensuite les deux arbalétriers.
  - Cliquez sur le bouton  $\stackrel{\checkmark}{\blacktriangleright}$ . A l'aide de ce bouton, appliquez des charges réparties sur une barre dans le sens parallèle à l'un des axes globaux.
  - o Complétez la boîte de dialogue comme suit:



Les charges introduites sont représentées graphiquement dans la fenêtre 'Charges'.



Vérifiez à l'aide d'figure ci-dessus ou si vous avez entré les charges correctement. Si vous avez fait une erreur, vous pouvez

- double-cliquez sur l'élément pertinente et dans la fenêtre qui apparaît ajuster les valeurs.
- OU sélectionner les éléments avec une erreur et supprimer les charges avec [∞]. Vous devez définir la charge par la suite.
- Introduisez de la même manière le cas de charge 'Charge d'exploitation: H' une charge de 0,4kN/m répartie sur les deux arbalétriers.



Etape 12: Introduire des groupes de charges 'vent'

Pour générer du vent:

- Cliquez sur le bouton meter et mettez le niveau de sol sur -6,0m.



- Sélectionnez le groupe de charges 'vent' et le premier sous-groupe de charges 'vent l o -> r o (-0.3)' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🎦 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

<b>9</b>	Paramètres du terrain	<b>X</b>
₩ Eichier Edition Vue Sél		- 8 ×
Window 1	Norme: N 1991-1-4	
$\begin{array}{c c} \gamma_{\mathcal{E}}^{\gamma_{u}} & \underline{\operatorname{min}} & \underbrace{\otimes} \\ \hline \forall \operatorname{ent} & \checkmark \\ \hline \operatorname{Geval} 1 & \checkmark \\ \hline \end{array}$	Réduction d'un facteur 0.85 pour défauts de corrélation         Coeff. structurel CsCd:	Niveau actif Verdieping 1 v 1 2.70 m
+ ->>- + ->>= + ->- == 	Facteur de direction Cdir :     1.0       coeff. de saison Cseason     1.0	Gestion étages
Vege	Densité de l'air : 1.3 kg/m³ ✓ Facteur de probabilité Cprob: 1.0 C V _{h o} par localisation: Carte	Y = 2.70  m $Z = 0.00  m$ Représentation $P = P + P + P + P + P + P + P + P + P +$
Sismique     Dynamique     Mobile	$\mathbf{\hat{v}}_{b,0}$ = vitesse du vent :     26 m/s $\mathbf{\hat{C}}$ q _b = pression du vent :     0.42 kN/m²	Grandeur Police 20 🗲
	Type de terrain : I  Choisir	Charges 10 🗢
	Coefficient orographique	Affichez groupes
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	Lx set

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-4 [--].
- Optez pour une vitesse du vent de base de 26m/s et un type de terrain I.
- o Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez maintenant l'ensemble de la ferme et cliquez sur 🖄.
  - Procéder à la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer 'le vent.

	<del></del>	Générateur de vent pour structure	2D - 🗆 🔀
Eichier Edition Vue Sélection Montrer			
	Éléments portantes pour les charges dans le pla	n Éléments portantes pour les charges hor	s du plan
😨 🐻 📉 Fenêtre 1 💽		<u> </u>	
γ ^g _ų <u>mi∔</u> . ↓m			
Vent		$\nearrow$	
	1/		2
/m T 1 1. A.	Céométrie		
+ - +	Largeur totale de la construction:	9.1 m Localisation du porti	aue: 5.00 m
4	Profondeur totale de la construction:	0.00 m Distance au portique	e avant: 0.45 m
1 D	1	Distance au portique	e arrière: 0,45 m
- Température			
Vent	gauche -> droite droite -> gauche avant		
<b>P</b>	I✓ Cpi  -0,30 ▼ 🗐		BACK
242 A	ascendant gauche - ascendant droite	vent 💌 Cas 1 💌	^
	I ascendant gauche - descendant droite	vent 💌 Cas 2 💌	
Dynamique	descendant gauche - ascendant droite	vent Cas 3 💌	
_ ★ Mobile	descendant gauche - descendant droite	vent Cas 4 💌	5
	✓ Cpi alternative 0,20 ▼		<u> </u>
	ascendant gauche - ascendant droite	vent 🗨 Cas 5 💌	
	ascendant gauche - descendant droite	vent 💌 Cas 6 💌	
	descendant gauche - ascendant droite	vent 💌 Cas 7 💌	
	🔽 descendant gauche - descendant droite	vent 🔹 Cas 8 💌	FRONT
	Aide		<u>Annuler</u> QK

🤗 D	🌳 Générateur de vent pour structure 2D – 🗖 💌
Eichier Edition Vue Selection Montrer	
	Éléments portantes pour les charges dans le plan Éléments portantes pour les charges hors du plan
🐨 🛅 🔚 📉 Fenêtre 1 💽	
y ^y u <u>mt o</u>	
Vent T	
Geval 1 🔻	
	1 2
*na T	
L مل ≠	Géométrie
€ 2 œ	Largeur totale de la construction: 9,1 m Localisation du portique: 5,00 m
Or an	Profondeur totale de la construction: 10,00 m Distance au portique avant: 0,45 m
1 - 27	Distance au portique arrière: 0,45 m
Température	gauche -> droite droite -> gauche avant -> arrière arrière -> avant
Vent	
P2	
949 A	✓ ascendant droite - ascendant gauche vent
T I Vª ▼ Sismique A	✓ ascendant droite - descendant gauche     vent     ▼     Cas 10     ▼
* Dynamique	V descendant droite - ascendant gauche vent vent variation vent vent vent vent vent vent vent ven
Mobile	V descendant gauche - descendant gauche   vent Vas 12 V
	Cpi alternative 0,20 🗾 🧱
	✓ ascendant droite - ascendant gauche vent ✓ Cas 13 ✓
	🔽 ascendant droite - descendant gauche vent 💌 Cas 14 💌
	✓     descendant droite - ascendant gauche     vent        Cas 15
	✓     descendant droite - descendant gauche     vent     ▼     Cas 16     ▼
	Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>

#### o Résultat :



#### A propos du générateur de vent

- Dans la partie supérieure, vous pouvez voir une copie des barres sélectionnées. Les barres en gras représentent le pourtour de l'ossature sur laquelle le vent est supposé agir.
- Notez dans le cadre 'Géométrie' la profondeur totale de la structure ainsi que la position de l'ossature sélectionnée par rapport à la façade avant (FRONT) et la distance jusqu'à l'ossature précédente et l'ossature suivante. La figure de droite vous montre, en plan terrier, la position de cette ossature par rapport à l'avant et à l'arrière du bâtiment. L'ossature précédente et la

suivante sont aussi représentées, mais en pointillé. Le repère d'axes en haut à gauche définit clairement l'orientation du bâtiment.

 Dans les onglets 'gauche -> droite', 'droite -> gauche', 'avant -> arrière' et 'arrière -> avant', indiquez les charges de vent à générer, le coefficient de pression interne c_{pi} avec lequel calculer et le groupe de charges dans lequel classer ces charges.

#### Etape 13: Introduire des groupes de charges 'neige'

Pour **générer** de la neige:

- Sélectionnez le groupe de charges 'neige' et le premier sous-groupe de charges 'Cas 1' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🏁 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

<del>.</del>	Diamonds - StaalVB1.bsf - [Window 1 - neige (H <= 1000 m) - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)] -
₩ Eichier Edition	Yue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige 毎 17 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
😨 🗟 🖷 🛛 (Wind	dow 1
$\gamma_g^{\gamma_u} \stackrel{n \downarrow \downarrow}{\downarrow m} \stackrel{\oplus}{\sim}$	Nveau actif
neige (H <= 10 💌	Paramètres générateur neige
Geval 1 ▼	Norm: EN 1991-1-3  V V Zone: Centre Ouest
$\begin{array}{c} + \not \rightarrow \not \Rightarrow \\ \varphi & \Rightarrow \varphi \end{array}$	Région: 3  Carte
e de la compérature	Altitude:         0.00         m         1           Charge de la neige sur le sol (Sk) :         0.41         kN/m²         1
Neige	Ajustement à la période de retour     V = 1.0       : Sn/Sk = 1.0
☆ Ø ₽ ▼ Vent	Ce : Coefficient d'exposition
Sismique     Dynamique	Ct : Coefficient thermique
Moone	Tenir compte d'un débordement de la neige aux bords
	Aide <u>Annuler OK</u>
	LX JANA

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-3 [--].
- Optez pour '[--] Centre Ouest Région 3' comme zone.
- Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez maintenant l'ensemble de la ferme et cliquez sur hour lancer le générateur de neige.



 Complétez la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer la neige.



#### A propos du générateur de neige

- Dans la partie supérieure, vous pouvez voir une copie des barres sélectionnées. Les barres en gras représentent le contour du portique. Sur base de ce contour, le logiciel calcule la charge de neige sur toutes les barres horizontales et les barres obliques éventuelles.
- Dans la partie centrale, indiquez pour quelle région vous désirez générer la neige. La charge de neige sur le sol est déterminée sur base du pays, de la zone, de la région choisis,

 Indiquez enfin quelles charges de neige générer et le groupe de charges dans lequel classer ces charges.

## 5.1.3.3. Faire des combinaisons

#### Etape 14: Faire des combinaisons

Cliquez sur le bouton dans la palette correspondant à la configuration 'Charges' . Une boîte de dialogue s'affiche, avec une liste encore vide de combinaisons. Cliquez sur le bouton ^{Genérer automatiquement les combinaisons}, indiquez dans le menu déroulant que vous souhaitez appliquer l'équation 6.10 classique, encore que prudente, et cochez tous les états limites.



Après que vous avez cliqué sur le bouton 'OK', toutes les combinaisons exigées selon la norme s'affichent, regroupées par état limite. Si vous le souhaitez, vous pouvez encore modifier ces combinaisons voire définir vos propres combinaisons.

ELU	CF (état limit	te ultime - combin	aison fondamentale)		-			
Grou	upe de charg	es te ultime - combin	aison fondamentale)			ent	neige (H <= 1000 m)	^
ELU	CS (état limit	te ultime - combin	aison sismique)			x 1.50	0.50 x 1.50	
elu Els	IN (état limit CR (état limit	e ultime - incendi te de service - co	e) mbinaison rare)			x 1.50	0.50 x 1.50	
ELS	CF (état limit	te de service - co	mbinaison fréquente)	anonta)		x 1.50	1.00 x 1.50	
4	ELU CF 4	1.00 x 1.35	1.00 x 1.35	0.00	0	.00	0.00	
5	ELU CF 5	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	1.00 x 1.50	0.60	x 1.50	0.50 x 1.50	
6	ELU CF 6	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	1.00	x 1.50	0.50 x 1.50	
7	ELU CF 7	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	0.60	x 1.50	1.00 x 1.50	
8	ELU CF 8	1.00 x 1.00	1.00 x 1.35	0.00	0	.00	0.00	
9	ELU CF 9	1.00 x 1.35	1.00 x 1.00	1.00 x 1.50	0.60	x 1.50	0.50 x 1.50	~
ľ	Aodifier une (	combinaison	Supprimer une com	binaison Supp	rimer toute	es les co	mb.	

Cliquez sur 'OK' pour fermer la boîte de dialogue des combinaisons de charges.

Les noms des différentes combinaisons de charges se retrouvent maintenant aussi dans le menu déroulant de la palette 'Charges'. Sélectionnez une de ces combinaisons, et l'ensemble des charges qui interviendront pendant cette combinaison s'affiche dans la fenêtre.



# 5.1.4. Calcul du maillage

**Etape 15: Générer le maillage** 

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.1.4.

# 5.1.5. L'analyse élastique globale

Une fois que nous avons déterminé la géométrie de la structure et les charges qui agissent sur cette dernière, nous pouvons procéder au calcul de la structure. Ce calcul se déroule en 2 phases:

- Tout d'abord, nous calculons la répartition interne des forces selon une analyse élastique.
- Ensuite, nous soumettons ces résultats à un contrôle de résistance et de stabilité suivant une norme bien déterminée (voir §5.1.6 et §5.2.7).

#### Etape 16: Analyse élastique

Pour débuter l'analyse élastique, sélectionnez l'instruction du menu 'Etude – Analyser'. Vous pouvez aussi lancer directement l'analyse à l'aide de 🗐 ou de la touche de fonction **F9**.

Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, indiquez quel type d'analyse Diamonds doit effectuer. Nous nous limiterons à une analyse du premier ordre et nous ne tiendrons pas compte de défauts structurels (imperfections).



Nous choisissons une analyse du premier ordre et nous confirmons par 'OK'. Une boîte de dialogue vous montre l'avancement du calcul.

Exécution de l'analyse	
Transfert du modèle vers le coeur de calcul (ça peut prendre du temps)	
Paramètres	
25.;24-;02	Δ

Le bouton ^{we} vous permet d'arrêter le calcul. Si vous stoppez le calcul, il faudra le recommencer entièrement par la suite.

#### Etape 17: Passer à la configuration 'Résultats'

Pour examiner les résultats du calcul de manière graphique, nous sélectionnons la configuration 'Résultats'. Pour ce faire, sélectionnez ou 'Résultats' dans la liste déroulante.



#### A propos de la configuration 'Résultats'

Dans le haut de la palette correspondante, du côté gauche de la fenêtre modèle, vous voyez plusieurs boutons qui représentent chacun un groupe spécifique de résultats.

- Seuls sont disponibles les boutons pour lesquels un calcul a été effectué.
- Une fois qu'un de ces boutons est enfoncé, vous pouvez visualiser les résultats partiels.
- Indiquez ensuite la combinaison de charges dont vous souhaitez examiner les résultats. Dans un premier menu déroulant, sélectionnez le type de combinaison de charges (groupe de charges individuel, ELU CF, ELU SC, ELS CR, ELS CF ou ELS QP), puis indiquez quel groupe de charges spécifique ou quelle combinaison il faut visualiser. Dans le cas d'une combinaison de charges, vous avez le choix entre une combinaison de charges individuelle (désignée par un numéro) ou l'enveloppante. Dans les cas où le résultat propose une enveloppante, il se peut qu'il faille encore, pour certains résultats, indiquer s'il faut afficher les résultats minimaux (min) ou maximaux (max).

Nous allons parcourir ci-dessous quelques résultats.

#### Etape 18: Flèche

Diamonds vous montre par défaut les déplacements verticaux dans la direction Y pour la première combinaison (ou la première groupe de charge quand vous avez aussi générer les combinaisons pour les groupes de charge). Vous remarquerez que le bouton pour les déplacements est

actif ^I. Ci-dessous le bouton pour les déplacements verticaux suivants l'axe Y global ^(h) ^{(sy} est actif.



Sélectionnez ensuite le groupe de combinaisons 'ELS RC' et sélectionnez l'enveloppante des résultats.

- La flèche maximale est de 18,4mm.
- Dans toutes les combinaisons ELS RC et sur chaque position de la poutre, Diamonds cherchera la valeur minimale de la déformation. Ces valeurs sont représentées par la ligne mince.
   Dans toutes les combinaisons ELS RC et sur chaque position de la poutre, Diamonds cherchera la valeur maximale de la déformation. Ces valeurs sont représentées par la ligne épaisse.

Ainsi que cette image s'appelle 'enveloppe'.



Notez bien que vous pouvez régler la grandeur de l'écart dans la palette 'Grandeur' qui se trouve du côté droit de la fenêtre de travail.

#### A propos de l'échelle

Diamonds applique par défaut une échelle de couleur symétrique pour tous les résultats. Mais vous pouvez choisir une autre indication d'échelle 1.

Vous devez comprendre cette échelle standard comme suit: les valeurs extrêmes de la palette de couleurs correspondent à la plus grande valeur positive OU à la plus grande valeur négative. L'échelle de couleurs va effectivement de -11,5 à +11,5mm. Mais la plus grande et la plus petite valeur sont reprises respectivement au-dessus et en-dessous de l'indication d'échelle. Par conséquent, dans le résultat ci-dessus, seule la moitié inférieure de la palette de couleurs sera utilisée.

#### Etape 19: Déformation dans la fenêtre de détail

Sélectionnez la poutre gauche. Cliquez sur l'icône 📓 à l'extrême droite de la barre d'icônes pour demander un résultat détaillé. Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Du côté gauche, vous trouvez tous les boutons de la palette 'Résultats" qui sont d'application pour les poutres.



Notez bien que, cette fois, les déformations sont définies suivant le repère d'axes local des barres. Le déplacement angulaire  $\varphi_{x'}$  (autour de l'axe local x') est également représenté. Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 20: Contraintes dans la fenêtre de détail

La figure ci-dessous représente les contraintes élastiques pour l'enveloppante 'ELU CF'.



Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,45m. Notez '2,45' sous la flèche blanche.

En cas de combinaison enveloppante, la combinaison déterminante s'affiche aussi. Vous pouvez éliminer cet affichage en cliquant une fois sur le bouton  $\square$ , qui se changera en  $\square$ .

Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 21: Contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)

Maintenant montrez les contraintes pour la combinaison UGT FC1.

- Sélectionnez la première barre et cliquez sur l'icône a droite dans la barre d'outils.
- Ou double-cliquez sur la première barre.

Une nouvelle fenêtre s'ouvre.



Vous pouvez interroger les grandeurs à n'importe quelle position au moyen de la barre de défilement. En outre, vous pouvez aussi introduire

une distance. Consultez, p.ex. les résultats à 2,5m. Notez '2,5' sous la flèche blanche.

Cliquez avec la souris sur la section pour consulter les contraintes sur chaque position.

*A propos des contraintes dans la fenêtre de détail (niveau de la section)* Choisissez à gauche en haut pour quel groupe ou **combinaison de charges** vous souhaitez montrer les contraintes.

Déplacez la **position de l'ascenseur horizontale** pour voir les contraintes dans la section à une certaine position de la barre. En cliquant cette distance, vous pouvez introduire une valeur à choix.

#### Résultats avec échelle :

- Dans la zone au milieu, la section sélectionnée est représentée graphiquement avec ses axes principaux d'inertie. Quand une section est double symétrique, ces axes seront coïncidents avec les axes locaux.
- Sur les axes principaux, vous voyez des points rouges. Ce sont les points pour lesquels les résultats de contrainte  $(N + M_y)$  et  $N + M_z$ ) sont représentés dans la fenêtre des résultats globaux de Diamonds. La position de ces points est déterminée comme l'intersection des axes principaux avec le rectangle qui enveloppe la section (EN : bounding box).
- Lorsque vous approchez ces points rouges avec le curseur, Diamonds va se caler à eux.
- Bougez la souris sur la section pour voir les contraintes à une certaine position. Introduisez les coordonnées 'x' et 'y' pour montrer les contraintes dans un point à choix. Les contraintes dans cette fenêtre sont basées sur  $N + M_{\nu} + M_{z}$
- Compression est négative, traction est positive.

Cliquez sur 'OK'.

#### Etape 22: Moments $M_{\gamma}$

Dans la palette, cliquez sur  $\mathbb{W}^{\mathbb{Q}}$  et sélectionnez les résultats de la barre  $M_{\nu}$ . Choisissez la combinaison enveloppante ELU CF.



La ligne des moments est toujours représentée sur le côté en traction de l'élément. Le signe du moment correspond à la direction des axes locaux. Dans ce cas-ci, l'axe local z' est orienté vers le haut, donc traction dans la partie supérieure.

#### Etape 23: Réactions

Une fois revenus dans la fenêtre modèle, nous cliquons sur le bouton de la palette pour afficher les réactions. Toutes les réactions sont représentées séparément par Diamonds. Dans cet exemple, nous nous intéressons aux réactions verticales des nœuds sous la combinaison 'ELS CR': nous sélectionnons les réactions aux points d'appui  $R_{\gamma}$ .



Jusqu'à présent, nous avons eu un aperçu des fonctionnalités dans la configuration 'Résultats'.

Parcourez les autres résultats en sélectionnant chaque fois une icône différente dans la palette de la fenêtre 'Résultats' (efforts normales, efforts tranchants, torsion, contraintes).

# 5.1.6. Paramètres du contrôle de stabilité

#### A propos du dimensionnement du bois

Les forces internes à la structure sont connues. Demandons-nous maintenant si la structure peut vraiment supporter ces forces internes. Nous le faisons à l'aide du contrôle normatif (voir §5.1.7). Ce contrôle normatif comprend 2 volets:

- Contrôle de résistance: la structure est-elle suffisamment résistante pour résister aux forces internes?
- Contrôle de stabilité: la structure est-elle suffisamment stable et ne va-t-elle pas flamber ou déverser sous l'effet des forces?

Pour effectuer le contrôle de résistance, vous ne devez rien paramétrer d'externe. Pour mener à bonne fin le contrôle de stabilité, vous n'avez qu'à définir, en tant qu'utilisateur, les paramètres de flambement et de déversement.

## 5.1.6.1. Flambement

**Etape 24: Tenir les barres transversales** 

Si vous deviez effectuer aveuglément le calcul des longueurs de flambement, vous remarqueriez que les longueurs de flambement hors plan ne sont pas réalistes, parce qu'il n'est pas tenu compte des pannes qui se trouvent entre deux fermes successives. Une manière simple de tenir compte d'autres éléments qui agissent perpendiculairement au plan – si l'on souhaite se limiter à un calcul 2D – est d'empêcher le déplacement d'un certain nombre de nœuds hors du plan. Nous allons diviser à cet effet les arbalétriers en plusieurs parties.

Activez à nouveau la configuration 'Géométrie' et sélectionnez les deux plus grandes parties des arbalétriers tel qu'indiqué sur la figure cidessous. Partagez en deux les barres sélectionnées à l'aide du bouton



Nous allons maintenant bloquer le déplacement hors du plan pour tous les nœuds, à l'exception des deux points d'appui. Etirez un cadre de sélection autour de l'ensemble de la structure, sauf autour des deux points d'appui, du haut à gauche au bas à droite.



Cliquez ensuite sur le bouton dans la palette 'Géométrie' pour attribuer des points d'appui et complétez comme suit:

Diamonds - HoutVB1 (voor knik).bsf - [Windows 1 (m)]	- • ×
🤗 <u>F</u> ichier <u>E</u> dition <u>V</u> ue <u>S</u> élection <u>M</u> ontrer <u>A</u> nalyser <u>O</u> ptions Fe <u>n</u> êtres Ai <u>d</u> e	_ 8 ×
🗑 🗟 🖷 🛛 Windows 1	
Points Lignes	Niveau actif
	Level 1
	2.70 m
	2.70 m
	Gestion étages
	Niveau du sol
	Plan de dessin
T ² R J I ² I	Y = 2.70 m
ne resiste pas a la compression	Z = 0.00 m
IC No. Set	
déplacement Z rotation Z	20 AV
² → ² Fixe ▼ □ Ubre ▼	Grandeur
De III ne résiste pas à la traction	Police 15 🚖
	Symboles 15 🚖
	Charges 3 🚖
Angle par rapport au plan hor. α: [0,0 °	Résultats 10 🚖
Angle par rapport à l'axe vert. β : [0,0 °	Affichez groupes
	Aucun 💌
Aige Annuler QK	Lx and and

#### Etape 25: Paramétrer des longueurs de flambement

Paramétrez ensuite encore les groupes de flambement suivants: voyez §4.1.6.1 pour le mode opératoire.





#### Etape 26: Calcul des longueurs de flambement

Effectuez maintenant le calcul des longueurs de flambement 🥍.



### 5.1.6.2. Déversement

Etape 27: Définir la longueur de déversement

Les appuis dans le sens z sont automatiquement des appuis au déversement, si bien que nous ne devons plus rien paramétrer pour le déversement.

# 5.1.7. Le contrôle de résistance et de stabilité

#### A propos du contrôle de résistance et de stabilité

Le contrôle de résistance et de stabilité nous permet de vérifier la résistance et la sensibilité au flambement/déversement des barres selon une norme donnée.

Pour le bois, ce contrôle se déroule toujours conformément à EN 1995-1-1, sans annexe nationale.

Avant de lancer le calcul, nous contrôlons les caractéristiques du bois utilisé.

Sélectionnez l'instruction du menu 'Modifier – Bibliothèque matériaux...' et sélectionnez le matériau 'Bois C18' dans la colonne de gauche. 'Bois C18' est un matériau standard. Les matériaux standard sont caractérisés par l'icône

Sur le côté droit de cette fenêtre, vous trouvez :

- les **propriétés élastiques** : le module d'élasticité, le coefficient de Poisson, le module transversal, le coefficient de dilations thermique et la densité.
- les propriétés thermiques utilisées dans une analyse d'incendie
- les caractéristiques de résistance dans l'onglet 'Avancé'. Nous allons parcourir en particulier les caractéristiques qui s'appliquent pour l'Eurocode 5: EN 1995-1-1 [--].Vous pouvez examiner dans cette fenêtre les caractéristiques mécaniques ainsi que les facteur k_{mod} et k_{def} en fonction de la classe de climat.

ha					
lbo	Nom D18				
M Bois D18	Turna matériau				
# Bois D24	Type materiau pois				
# Bois D30	I.	and a state			
# Bois D35	Proprietes mecaniques Pr	oprietes thermiques	ancé		
# Bois D40	TT IS were do E a FN 1995				
# Bois D50	Im lentocode 2 : EN 1995-	.1-1			
A Bois D60					
A Bois D70	Résistance en traction dan	s le sens du fil		11.0	N/mm2
A Bois GL20c	recontence en o action den	Resistance en traction dans le sens du ni			-
A Bois GL20h	Résistance en compression	dans le sens du fil		18.0	N/mm ²
A Bois GL22c	Résistance traction perpen	diculaire au sens des fibres	ft,90,k	0.6	N/mm ²
# Bois GL22h	Résistance compression perpendiculaire au sens des fibres fc,90,k Résistance en flexion			7.5	N.C.
A Bois GL24c				1.5	- N/mm+
A Bois GL24h				18.0	N/mm ²
A Bois GL26c	Résistance au cisaillement			3.4	N/mm ²
A Bois GL26h					-
H Bois GL28C	Υ _M			1.3	
Bois GL28n					
A Reis CL20b	k mod	Classe 1	Classe 2	Classe 3	
# Bois GL301	Permanent	0.6	0.6	0.5	
# Bois GL32b	Long terme	0.7	0.7	0.6	-
# Bois I VI UI TRALAM-T			-		-
Bois I VI LI TRALAM-R	Moyen terme	0.8	0.8	0.7	
Bois LVL ULTRALAM-Rs	Court terme	0.9	0.9	0.7	
Bois LVL ULTRALAM-X	Instantané	11	11	0.9	-
# Fibre-cement silicate boards	Instantane	1	1	10.5	
# Fibre-silicate boards	<u>k def</u>	Classe 1	Classe 2	Classe 3	
1 - <u> </u>		0.6	0.8	2.0	1
		151.5	leve.	1	

Cliquez sur 'OK' pour fermer la bibliothèque des matériaux.

#### Etape 28: Contrôle de résistance et de stabilité

Pour lancer le contrôle normatif, sélectionnez 'Analyser – Contrôle normatif acier et bois...' dans le menu ou cliquez sur ^{Fg/} ou **F3**.



Reprenez les mêmes paramètres que ci-dessus et cliquez sur 'OK' pour effectuer le contrôle normatif.

#### A propos de la fenêtre 'Effectuer contrôle normatif'

- Dans le cadre 'Action', indiquez si vous voulez effectuer le contrôle de l'acier et du bois pour les barres sélectionnées ou pour toutes les barres.
- Dans le cadre 'Critère de sélection', vous pouvez indiquer si Diamonds doit effectuer ce contrôle pour toutes les combinaisons ou uniquement pour les combinaisons déterminantes. Nous n'approfondirons pas cette question; vous trouverez davantage d'informations dans le Manuel de référence.

Quand le calcul est terminé, un bouton supplémentaire la fenêtre 'Résultats' . Au-dessous vous voyez les 2 icônes suivantes:

- X pour examiner les résultats du contrôle de résistance;
- Épour examiner les résultats du contrôle de stabilité;

Ces résultats sont exprimés en pourcentages de la capacité maximale de reprise des efforts en ce qui concerne la première icône, et de la capacité maximale pour la résistance au flambement/déversement/interaction, d'autre part. La capacité maximum de reprise est de 100%.



Résultats pour la résistance des sections (%)



Résultats pour la stabilité (%)

Nous voyons que le contrôle de résistance et de stabilité produisent de bons résultats (= inférieurs à 100%).

Pour avoir davantage d'informations sur le calcul, nous double-cliquons par exemple sur l'arbalétrier de gauche dans la fenêtre 'Résultats'. Assurez-vous que la fenêtre 'Résultats' affiche bien les résultats du contrôle de stabilité; si ce n'est pas le cas, commencez par appuyer sur les boutons it is de la palette avant de double-cliquer sur la poutre.



Cette fenêtre nous apprend que tant le flambement que le déversement déterminent la stabilité de cette barre. Si nous examinons la résistance, ce sera la flexion.

Nous pouvons résoudre le problème de stabilité en ajoutant davantage d'étançonnement et/ou en sélectionnant une section plus grande.

# 5.1.8. Optimisation du choix des profils

Nous nous demandons si la structure n'est pas surdimensionnée. Nous allons utiliser ici l'algorithme d'optimisation de Diamonds pour attribuer les profils optimaux.
L'optimisation s'effectue toujours sur base des pourcentages obtenus dans la vérification que nous venons de réaliser (§5.1.7).

L'optimisation d'une section peut se faire de deux manières:

- La première manière est appliquée à des profils qui ont été sélectionnés dans la bibliothèque;
- La seconde s'applique quand la section a été définie sur base d'une forme type. Pour ce dernier cas, on peut faire varier graduellement la hauteur ou la largeur jusqu'au moment où l'on parvient à la section optimale.

Dans notre exemple, nous revenons à la **première manière**. La seconde manière se présente lors du calcul de la structure en bois 3D (§5.2.7).

### Etape 29: Optimisation du choix des profils

Pour lancer l'optimisation, cliquez sur le bouton 🎽 dans la barre d'icônes.

Si vous avez sélectionnés des éléments, avant de cliquer sur le bouton

✓ Diamonds vous demandera d'exécuter l'optimisation pour la section ou pour tous les bars.



Lorsque l'écran ci-dessus apparaît, choisissez l'option 'Optimisation pour tous les éléments'.

Puis Diamonds montreront une fenêtre avec les paramètres pour l'optimisation :

Oţ	otimisation 🛛 🗙
Paramètres d'optimisation Adapter les s	ections
Valeur visée pour l'optimisation:	95 🚖 %
Optimiser pour:	✓ Résistance ✓ Stabilité
Trier les sections selon:	Résistance
Aide < Précédent	Suivant > Annuler
Op	otimisation ×
Paramètres d'optimisation Adapter les su	ections
Paramètres d'optimisation Adapter les su Adapter les sections	ections
Paramètres d'optimisation Adapter les se Adapter les sections	ections
Paramètres d'optimisation Adapter les se Adapter les sections	ections
Paramètres d'optimisation Adapter les se Adapter les sections	ections
Paramètres d'optimisation Adapter les se Adapter les sections	ections
Paramètres d'optimisation       Adapter les sections         Adapter les sections <ul> <li>Résumer et confirmer</li> <li>Adaptation automatique</li> </ul> Méthode de remplacement des sections            ✓ Sections identiques restent identique         ✓ Tous les poutres du même type on	ections : : : : : : : : : : : : : : : : : : :

Reprenez les paramètres des fenêtres ci-dessus.

### A propos de la fenêtre 'Optimisation'

- Dans le premier onglet **'Paramètres optimisation'**, vous introduisez la valeur indicative pour l'optimisation. Le processus d'optimisation recherche le profil qui se rapproche le plus du pourcentage défini sans le dépasser. Vous trouverez davantage d'informations dans le Manuel de référence.
- Dans le second onglet 'Adapter profils', vous pouvez demander un rapport sur le choix optimal des profils. Cela veut dire que Diamonds génère une liste de choix de profils meilleurs que l'actuel. Si vous ne demandez pas ce rapport, Diamonds modifie automatiquement les profils en meilleur choix de profils.

Une fois que l'optimisation est terminée, une boîte de dialogue s'affiche avec le résumé de l'optimisation:

🌳 Résumé de l'optimisation 🎴	ĸ
	-
Nombres de barres devant être adantées: 0	-
Nombres de barres qui ne doivent pas être adaptées: 13	
	1

Diamonds vous ne propose pas de modifier certains profils.

Dans cet exemple, nous ne ferons pas de rapport du calcul. La manière de créer un rapport est amplement expliquée dans le premier exemple béton (§3.2.8). Le mode opératoire est analogue.

# 5.2. Exemple 2: 3D

Licences requises

✓ Barres 2D
 ✓ Barres 3D
 ✓ Vérification bois

### 5.2.1. Objectif de l'exercice

Nous calculons maintenant une structure en bois 3D. Nous calculerons les forces et contraintes internes dans les barres, et nous effectuerons ensuite un contrôle normatif sur la résistance et la stabilité.

Vous trouvez ci-dessous un croquis de la structure à calculer.



Cette structure est réalisée en bois GL32h.

### 5.2.2. Définition de la structure

### Etape 1: Passer à la configuration 'Géométrie'

La définition de la structure s'effectue dans la configuration 'Géométrie'. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 👼, ou sélectionnez la configuration 'Géométrie' dans le menu déroulant voisin.

Image: Optimized State   Prevention     Image: Optimized State   Diamonds - [Fenêtre 1 (m)]	- 0 ×
Schier Edition Vue Selection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	_ 8 ×
田田田 「日本」     「「日本」     「」     「「日本」     「「日本」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「」     「「日本」     「」     「」     「「日本」     「」     「」     「「日本」     「」     「「日本」     「「日本」     「「日本」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「「日本」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「」     「日本」     「「日本」     「」     「「日本」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」     「」	
	Niveau actif fondation
	10.0 m
	#### 0.0 m
Vue d	u dessus
<u> て 24 x </u>	Niveau du sol
	e face
	rrière Représentation
	ôté gauche
Vue cr	ôté droit Symboles 15 🔹
Vue 31	D Affichez groupes
ZZZXX	Aucun
	₹× state
	1.

Vérifiez ensuite si vous vous trouvez bien dans une vue de face. Si ce n'est pas le cas, cliquez sur le bouton dans la barre d'icônes ou sur dans le coin inférieur droit, et sélectionnez le deuxième point de vue 'Vue de face'. Vous activez ainsi un plan de dessin vertical.

### Etape 2: Générateur de structure

Cliquez sur l'icône dans la palette. Une boîte de dialogue s'affiche, où vous pouvez sélectionner le type de forme de structure que vous voulez générer. Sélectionnez un portique tel qu'indiqué sur la figure suivante.

Après que vous avez cliqué sur 'OK', Diamonds vous demande les données géométriques du portique. Reprenez les données comme dans la figure ci-dessous.

Assistant: ca	dre portail 🛛 🗕 🗖 🗙
	Poutres       9.5       °         Inclinaison:       9.5       °         Noeuds intermédiaires (gauche):       0       •         Noeuds intermédiaires (droite):       0       •         Largueur de portique:       12.00 m         Section des poutres       150/300600 - GL 32h         Colonnes       0       •         Noeuds intermédiaires (gauche):       0       •         Hauteur du poteau à gauche:       4.00 m       m         Noeuds intermédiaires (droite):       0       •         Hauteur du poteau à gauche:       4.00 m       m         Section des colonnes       150/300600 - GL 32h       150/300600 - GL 32h         Appui de gauche       •       Appui de droite:       •         •       Appui de droite:       •       •         •       Appui de droite       •       •       Appui         •       Encastrement       •       •       Encastrement         •       Coordonnées premier noeud:       X =       0       m         Y =       0       m       Z       0       m
	Annuler OK

Les poutres et les colonnes ont la même section (variable). Pour modifier la section de la poutre/colonne, cliquez respectivement sur Section des poutres / Section des colonnes. La fenêtre suivante s'affiche alors:

Section	×	
Profil Nom 150/300600 V Forme Variable V Dimensions section 1 V B 150,0 mm H 300,0 mm H 300,0 mm Forme Variable V Forme Variable Variable V Forme Variable V	Section Sectio	
1/2       Bordsood       Initi't       Iz       Fordsood         1/2       86,6       mm       Iz'       43,3         Wel,v',t       2250000       mm ³ Wel,z',r       112500         Wel,v',b       2250000       mm ³ Wel,z',r       112500         Matériau       Bois GL32h       ✓       Sens du grain         Axes locaux       Angle pour orientation       0,0       ●       Séquence des sec         Aige       Aige       Ar	Sy       27000000       mm³       Sz       6750000       mm³       alpha       0,0       °         Iy'       270000000       mm4       Iz'       168750000       mm4       Iyz       0       mm4         Iy'       173,2       mm       Iz'       168750000       mm4       Iyz       0       mm4         Iy'       173,2       mm       Iz'       43,3       mm       It       568722107       mm4         Wel,y',t       9000000       mm2       Wel,z',r       2250000       mm3       Iw       0       mm6         Wel,y',b       9000000       mm2       Wel,z',r       2250000       mm3       Twm       3913043       mm3         atériau       atériau       Bois GL 32h       Sens du grain       Sens du grain       Miroité       [C       ]	

Cliquez ensuite sur 'OK' pour confirmer la sélection. Une fois que vous avez complété les paramètres ci-dessus, vous obtenez la figure suivante:



### **Etape 3: Adapter l'orientation d'une poutre**

Nous remarquons que la section de l'entrait de gauche a la mauvaise orientation. Nous sélectionnons cette poutre et nous cliquons sur

🥹 Diamonds - [V	Section
Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Options Fenêtres Aide	Profil
□ ☞ ■ 国 ● ◎   ◎ ○   田田田 Ⅲ   ℡ 図 圖 % 秒 &	
😨 🐻 🗮 🖂 Windows 1 💽 Configuration utilisateur	Forme Veripho
× ×	
	Dimensions section 1   Dimensions Axes
	B 150,0 mm
	H 300,0 mm
150/300600 -	T T
A HH OT	
7 _ # D.I	
* 1/4 o	
N/A 2/1 9-2	Général Elastique Plastique
m es k	
I A A	Sy 6750000 mm ³ Sz 3375000 mm ³ alpha 0,0 °
	Iy' 337500000 mm4 Iz' 84375000 mm4 Iyz 0 mm4
	Vial vi + 2250000 mm3 Wal vi 1125000 mm3 Tw 0 mm6
*	Wel,v',b 2250000 mm ³ Wel,z',r 1125000 mm ³ Twm 1730769 mm ³
1	Matériau Matériau Pais (1.23)
4	Ave locally
	Angle pour orientation 0,0 ° Séquence des sections P
	Aige QK

Nous pouvons modifier ici l'orientation de la section en cliquant sur 🛋.

#### Etape 4: Donner une pente à des colonnes

Il ne nous reste plus qu'à donner un angle aux colonnes. Double-cliquez sur le point terminal de la colonne de gauche et augmentez la coordonnée x de 1m.

Faites la même chose pour la colonne de droite, mais en diminuant la coordonnée x de 1m. Résultat:



Etape 5: Copier une structure dans un modèle 3D

Sélectionnez les entraits et partagez-les en 3 🐓.



Diamonds va adapter automatiquement les hauteurs des différentes parties des poutres.

Quand la division sera faite, sélectionnez l'ensemble de la structure et cliquez ensuite sur 4.

Image: Open state of the state	- 🗆 🗙
🧇 Ejchier Edition Yue Sélection Montrer Analyser Options Fenettres Aige	- 8 ×
🗑 🗟 🖷 🗵 Fenêtre 1 💽 🚺 Configuration utilisateur 💽 🚳 🖻 💹 🗟 🎢 🛵 🥙 Q, Q, 🔯 🥒 💽 🗷 🗷	
$ \begin{array}{c} \blacksquare	Image: Symboles         Image: Symboles         Image: Symboles           Image: Symboles         Image: Symboles         Image: Symboles         Image: Symboles
	Charges 10 1
	Résultats 15 🜲
	Affichez groupes
Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>Q</u> K	Aucun
	1.

Complétez la fenêtre comme ci-dessus et appuyez sur 'OK'.

### A propos de la fenêtre 'Translation'

- Dans le champ 'N', indiquez le nombre de copies souhaitées. S'il s'agit d'une translation simple, N reste égal à 0.
- On peut indiquer les valeurs du **vecteur de translation** (ou vecteur de copie) dans les 3 champs qui se trouvent en-dessous.
- Enfin, si vous cochez encore la case 'Créer lignes de liaison' ou 'Créer plaques de liaison', Diamonds dessinera automatiquement des lignes ou des plaques entre les points copiés.

Pour visualiser ce que Diamonds a fait, il faut placer le projet dans une vue en perspective. Cliquez sur u en bas à droite pour obtenir une vue 3D.

Des barres de défilement qui vous permettent de modifier le point de vue s'affichent en bas et à droite de la fenêtre. Vous pouvez aussi utiliser la touche **F12** ou pour voir toute la structure dans la fenêtre.



### **Etape 6: Attribuer un profil aux poutres transversales**

Les profils des poutres transversales n'ont pas encore été définis. Sélectionnez maintenant toutes les poutres transversales et donnez-leur un profil rectangulaire constant de 80x180mm. Le matériau est un bois GL32h. Pour sélectionnez les poutres transversales, appuyez sur:

Séle	ction	Montrer	Analyser	Options	Fenêtres	Δ
	Tout		Ctrl+A	T.		ý
	Point numéro			juration u	itilisateur	
	Ligne numéro					
	Ligne	s verticales	;			
	Ligne	s horizonta	ales			
	Ligne	s inclinées				
	Sectio	on		150	)/300600	I
	Plaqu	ie numéro		?		l
	Plaqu	ies vertical	es			
	Plaqu	ies horizon	tales			
	Plaqu	ies inclinée	S			
	Sectio	on de plaqu	ie 🕨			
	Maté	riau	•			
	Barre	s les plus c	hargées			

Vous sélectionnez de cette façon toutes les poutres auxquelles aucun profil n'avait encore été attribué. Si vous définissez chaque fois les profils à chaque étape du projet, les barres dessinées en dernier lieu seront toujours sans profil. Il est alors très facile de sélectionner ces barres de la manière ci-dessus. Nous aurions aussi pu opter pour les 'barres horizontales'.

Donnez au nouveau profil des poutres transversales le nom '80/180'.

#### **Etape 7: Basculer des poutres transversales**

Dans le programme, l'orientation standard des poutres transversales est la verticale. Mais dans la pratique, les poutres transversales suivent la pente des solives. Si nous double-cliquons sur une petite partie d'une des solives, nous verrons dans la fenêtre que la pente de cette poutre est de 11,3°. Nous allons maintenant donner la même inclinaison aux poutres transversales. La panne faîtière conserve son orientation verticale.

- Sélectionnez toutes les poutres transversales du côté droit comme vous pouvez le voir sur le dessin ci-dessous.
- Cliquez ensuite sur le bouton de la palette et complétez la boîte de dialogue comme suit:



Faites ensuite la même chose pour les poutres transversales de gauche mais introduisez 11,4° (au lieu de -11,4°).

Nous pourrions également donner une excentricité aux poutres transversales. Mais ce n'est pas vraiment nécessaire pour cet exemple.

#### Etape 8: Rendre les poutres transversales articulées

Un dernier point important consiste à déterminer les articulations aux extrémités des poutres transversales. Nous partons de l'hypothèse que les connections à l'extrémité des poutres transversales ne peuvent pas adopter un moment important.

- Sélectionnez toutes les poutres transversales via le menu "Sélectionner – profil – 80/180".
- Cliquez ensuite sur le bouton de vous pourrez compléter la fenêtre comme suit.



La valeur de 500kNm/rad permet de tenir compte d'une certaine rigidité de l'assemblage.



### **Etape 9: Ajouter des contreventements**

Pour compléter la composition de la structure, il est important d'appliquer des contreventements afin d'assurer la stabilité de l'ensemble. Nous

utilisons à cet effet des tiges métalliques de 20mm de diamètre en acier S235.

Pour installer ces contreventements, il faut d'abord dessiner les barres. Il est possible de le faire directement dans le dessin dans la perspective 3D.

Cliquez sur le bouton four activer le dessin de barres. Dessinez ensuite les contreventements au moyen du curseur intelligent.



Sélectionnez les lignes dessinées via le menu 'Sélectionner – profil - ?' et cliquez sur

Profile       Image: Constant in the second se
Dimensions       Axes         H       20       mm         Image: Constraint of the state o
✓ Calcul automatique         Général       Plastique         Axe fort y-y          Sy       3140       mm³       Sz         Iv'       7847       mm4       Iz'         Iv'       5,0       mm       iz'         Vel,y',t       785       mm³       Wel,z',r         Wel,y',b       785       mm³       Wel,z',r
Sy       3140       mm ³ Sz       3140       mm ³ alpha       0,0       °         Iv'       7847       mm4       Iz'       7847       mm4       Iyz       0       mm4         iv'       5,0       mm       iz'       5,0       mm       It       15708       mm4         Wel,y',t       785       mm ³ Wel,z',r       785       mm ³ Iw       0       mm6         Wel,y',b       785       mm ³ Wel,z',r       785       mm ³ Tvm       1571       mm ³
Matériau <u>Matériau</u> Acier S235 Axes locaux Angle pour orientation 0,0 Miroité

Enfin, il y a lieu de définir ces barres comme des tirants, c'est-à-dire que ces barres ne peuvent pas reprendre de compression. Une fois les barres

sélectionnées, cliquez sur le bouton 🧖 et sélectionnez l'option 'tirant'.

La structure est maintenant entièrement construite.



# 5.2.3. Définition des charges

### Etape 10: Passer à la configuration 'Charges'

Nous quittons la configuration 'Géométrie" et nous activons la configuration 'Charges' pour introduire les charges. Dans la barre d'icônes du haut de l'écran, cliquez sur l'icône 🖼, ou sélectionnez la configuration 'Charges' dans le menu déroulant voisin.

### 5.2.3.1. Créer les groupes de charges

### Etape 11: Créer des groupes de charges

Nous considérons 5 groupes de charges :

- Poids propre
- Charge permanente
- Charge d'exploitation H : toits
- Vent : 20 cas
  - Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche ascendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche descendant -> droite ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent gauche descendant -> droite descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0.3$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
  - Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
  - Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = -0,3$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite ascendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite descendant -> gauche ascendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent droite descendant -> gauche descendant ( $c_{pi} = 0,2$ )
  - Vent avant -> arrière ascendant ( $c_{pi} = -0, 3$ )
  - Vent avant -> arrière ascendant ( $c_{pi} = 0, 2$ )
  - Vent arrière -> avant ascendant ( $c_{pi} = -0, 3$ )
  - Vent arrière -> avant ascendant ( $c_{pi} = 0, 2$ )

- Neige : 3 cas

o Cas 1

- o Cas 2
- o Cas 3

Suivez le mode opératoire du §5.1.3.1 pour les définir.

#### Etape 16: Groupes de charges liés

Les groupes de charge 'Poids propre' et 'Charge permanente' contiennent des charges dirigées vers le bas. Ainsi, les deux groupes de charges auront le même effet sur la structure. Par conséquent, les résultats 'M, N, V, ..) les plus extrêmes (min et max) seront trouvés si les deux groupes de charges sont multipliés par les mêmes facteurs minimales / maximales.

En Diamonds c'est possible de définir tel comportement par 'Groupes de charges liés'.

- Cliquez sur le bouton Groupes de charges liés.
- Indiquez que les groupes de charge 'Poids propre' et 'charge permanente' sont liés.

Ajout	er groupe de charges 📗 Insér	er groupe o	le charges		Durée d'utilisation 50 丈 années Supprimer groupe de charges Plusieurs cas p	ar groupe
	Nom groupe de charges	#	Туре	Nom	cas de charges $\gamma_{elu-}$ $\gamma_{elu+}$ $\gamma_{eis-}$ $\gamma_{eis+}$ $\psi_0$ $\psi_1$ $\psi_2$ $\varphi$ $\xi$ to $\begin{vmatrix} c_1 \\ b_2 \end{vmatrix}$ kmod Ch	rge Ac
(	Poids propre	1	1	1	Groupes de charges liés - Source de charges	- ±
1	dead loads	1			Doids propre	- ¥
1	live loads H : roofs	1			policity rough terme moyen -	- ±
				Ca Ca Ca Ca	Images permanentes           Images d'expl. H : toits           Images d'expl. H : toits           Images (H <= 1000 m)	
				Ca	primer tous les groupes liés pour le groupe de charges sélection	
				Ca	Supprimer tous les liens	
				Ca Ca	Aige <u>Annuler</u> <u>QK</u>	

L'utilisation des 'Groupes de charge lié' permettra de réduire le nombre de combinaisons et donc le temps de calcul (particulièrement sensible chez des modèles plus grands).

Fermez ces fenêtres.

### 5.2.3.2. Introduire les groupes de charges

Etape 12: Introduire les groupes de charges 'Poids propre', 'Charge permanente' et 'Charge d'exploitation'

Les groupes de charges ont été définis, nous pouvons maintenant les compléter.

- Le **poids propre** est calculé automatiquement.
- Nous appliquons une **charge permanente** de 0,3kN/m² sur la toiture.
  - Veillez à ce que le cas de charge 'permanent' soit bien mentionné dans le menu déroulant de la palette 'charges'.
  - Sélectionnez les poutres comme sur le dessin ci-dessous.
  - Cliquez ensuite sur ⁴
  - Complétez la fenêtre comme suit:



Lorsque vous cliquez sur 'OK' Diamonds va calculer la charge sur chaque bar.

• Répétez ces étapes pour l'autre côté du toit.

Résultat:



Répétez ces étapes pour 'Charge d'exploitation H: toits' de 0,4kN/m².



#### Etape 10: Introduire des groupes de charges 'vent'

### Pour **générer** du vent:

- Cliquez sur le bouton mettez le niveau de sol sur 0,0m.

Diamonds - HoutVB2.bsf - [Venster 1 - Vent - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)]	- 🗆 🗙
🧇 Eichier Edition Vue Selection Montrer Analyser Options Fenetres Aige	- 5 ×
□ ☞ ■ 집 ● 頁   ♀ ~   田田田   Ⅲ   ℡   図 圖 兆 殺 よ ⊗ 示 ④ 物 ゴ     片 ⊪ ゆ	
〒日本 Venster 1 ・ 【 Charges ・ 第一回回回 常 中 (2) Q Q 図 / ● 目 20 回	
$\gamma_g^{\gamma_u} \underset{im}{\overset{\text{fill}}{\longrightarrow}}$	Niveau actif
Vent	2.70 m
Ceval 1	FTTI FTTI 2,70 m
Niveau du sol	Gestion étages
Position	Niveau du sol
Por Y	X = 0.00  m
Tempéraure	Y = 2.70 m Z = 0.00 m
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	Représentation
	888
y= 0,00 m	50 1
	~ ~
Sismique     Dynamique	Grandeur
· Mobile	Sumbolar 15
Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>QK</u>	Charges
	Décultate 15 1
	Affichez groupes
	Aucun 👻
Yx	1
I	and the
	1.

- Sélectionnez le groupe de charges 'vent' et le premier sous-groupe de charges 'vent l o -> r o (-0.3)' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🏲 pour définir la norme et les paramètres du terrain.

	Paramètres du terrain 🛛 🗙	
D 🛩 🖬 🗟 🕭 🕅	Norme: EN 1991-1-4	
γ _g ^N <u>111</u> ⊗ Vent ▼ Geval 1 ▼	Réduction d'un facteur 0.85 pour défauts de corrélation       Coeff. structurel CsCd:	Verdeping 1 Verdep
2m + 2 - 2 - + 2 - 2 - + 2 - 2 - 2 - - 2 - 2 - 2	Facteur de direction Cdir :     1.0       coeff. de saison Cseason     1.0	Gestion étages
Température     Neige     ent	Densité de l'air : 1.3 kg/m³ ✓ Facteur de probabilité Cprob: 1.0	$\begin{array}{c} X = 0.00 \text{ m} \\ Y = 2.70 \text{ m} \\ Z = 0.00 \text{ m} \\ \hline \\ $
Y Sismique     ✓ Dynamique     ✓ Mobile	$\mathbf{\hat{v}}_{b,0}$ = vitesse du vent :     26     m/s $\mathbf{\hat{C}}$ q     = pression du vent :     0.42     kN/m ²	Grandeur Police 20 🚖
	Type de terrain : I  Coefficient orographique	Charges 10 Charges 15 Charges Affichez groupes
	Ai <u>d</u> e <u>A</u> nnuler <u>O</u> K	Y L X

- Sélectionnez la norme EN 1991-1-4 [--].
- Optez pour une vitesse du vent de base de 26m/s et un type de terrain I.
- Cliquez sur 'OK'.

9	Diamonds - HoutVB2.bsf - [Venster 1 - Vent - Geval 1 (kN, kNm, mm, kN/m, kNm/m, kN/m ² , °C)] – □																									
🥮 Eichier Edition	<u>V</u> ue	<u>S</u> élec	tion	Monti	rer ,	Analy	ser <u>O</u>	ptions I	e <u>n</u> êtr	es	Ai <u>d</u> e															_ 8 ×
0 🗳 🖬 🖸	a 🖨 🕻	D	n c	*    F	ĦĦ	H IFF	:::	Tii	$\boxtimes$		L Ke	8	é <u>n</u>	i (!)	Fe% IV	I IF	<b>a</b>	40								
🗑 🗑 🖷 🖂 🛛	enster 1			•		<b>I</b>   [	Charge	s				-	Ro	<b>F11</b>	I 🖂	帅	户	<i>«</i> "	Q	Q 🖾	1	1	D	R	P C	
γ ^γ _u <u>m</u> ⊗	12 8	a . a	s.	ż	- 22	s.	8	a a	-22	- 25	- 10	a a	s:		88 - 8	: ::	s	35	-52		-	15	ż	-22		Niveau actif
Vent V	10 0	c - 2	1 14	10	23	15	_					-			-	_	33	56	83	14	25	12	12	23	15	Verdieping 1
Geval 1 🔻	18 S	a		8	53	13	¥		-	85	25						87		12	12	¢.		8	12	0	2.70 m
	18 S	3 3	: 3	98	18	3	Z	4	45	8	33	ŝ	81	s:	18	151	8	2	100	8	10	33	98	65	8	2.70 m
	<u>10</u> 8	8 - 8	3 - 24	20	12	8	8	×	R	36	5	×	39	×	<u>85</u>	8	28	25	10	8	8	a	20	10	8	🛱 Gestion étages
+	22 - 8	s - s	1	22	-32	8	2		-	5		-	•				8	33	53	8	38	82	22	23	8	Niveau du sol
€ <u> </u>	82 - 5	8 8	1	35	-85	8	8	34	-85	90	81	- 8	39	8	82	- 83	24	38	85	8	8	18	36	8	8	🔁 Plan de dessin
B D	85 S	a a		8	24	13	83	8	2	8	28	8	3:	s	88	2	83	35	22	13	10	8	3	24	3	X = 0.00 m
- Température	21 - 1	2 1	- 3	98	13	13	10	98	25	82	28	8	81	\$2	98	100	33	8	15	10	10	37	98	63	14	Z = 0.00 m
* Neige	0.0	ε 3		98	-12	88	-	•	•			•	•	-			82	8	-92	22	32	13	28	-	- 22	Représentation
Vent	25 - S	s - 1	1	12	33	12	8	12	27	52	8	12	81	8	88	2	8	32	88	8	8	8	12	13	~	
। २०२० ८४	82 - 5	s s	3	36	-8	8	8	35	-83	ж	8	8	24	8	89	8	8	22	83	8	33	95	36	-12	8	D 🔊
T T 2 Y ¥ ▼ Sismique	8 8	a a	1	3	-	3	20		-	85	28	8	S);	3	88	<u>\$</u> 2	87	\$	23	3	8	-22	3	22	3.7	Grandeur
* Dynamique	W = 0	s - 2	1 15	10	83	15		1	-		/	-	•	-		-/	35	96	88	15	20	12	32	83	15	Police 15 \$
× Mobile	e e - 5	с з		28	-11	18		1 >		8	1	-		8	10	1/2	82	8	-	18	32	8	98	-11	12	Symboles 15
	R = 8	8 - 8	1	12	33	22	×X	12		<	18	12		$\langle \cdot \rangle$	23	X	15	32	10	8	8	8	12	13	2	Charges 10 🗢
	50 B	e 8	8 - 8 <del>1</del>	-	-8	88	-	1		2	1	1	34	8	1	/\=	19	8	-2	8	88	8	10	-8	88	Résultats 15 🜲
	22 - 2		100	2	53	88	1	<u>V</u>		2	1	<u>/</u>	-			$\Delta$	15	33	53	8	8	12	*	-53		Affichez groupes
	10 a	c 3	1 14	12	33	15	25		-	86	10	a 2	85	s	60 B	E 26	54	56	23	14	25	3	12		14	Aucun
	60 O	ε 3	1.12	25	5	12	32	8 8	-	82	6	8 8	12	8	8 D		12	8	51	8	30	3	25		r× z	
																								-	-	1.

- Sélectionnez le premier portique.

Cliquez sur 2 pour commencer le générateur de vent.
 o Procéder à la fenêtre comme ci-dessus.







🧇 Diamond	🤪 Générateur de vent pour structure 2D – 🗆 🗙														
Eichier Edition Vue Selection Montrer															
D 📽 🖬 🖪 🚭 🖗 🗠 🗠 🕅	Éléments portantes pour les charges dans le plan Éléments portantes pour les charges hors du plan														
😨 🐻 🖷 🛛 Venster 1 🗨	월 🗟 🖷 🛛 Verster 1 🔄														
$\gamma_g^{\gamma_u} \stackrel{\text{all}}{\underline{\lim}} \stackrel{\otimes}{\rightleftharpoons}$															
Vent •															
Geval 1															
₩ AT	<u> </u>														
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +															
€ .> 9°	Largeur totale de la construction: 12,0 m Localisation du portique: 16,0 m														
₽₽	Protondeur totale de la construction: 16,0 m Distance au portique avant: 4,0 m Distance au portique arrière: 0,0 m														
* Température	nauche o droite droite o gauche avant o arrière arrière avant														
× Neige ▲ Vent															
r e e	vent vent vent vent vent vent vent vent														
▼ Sismique															
r Uynamique r Mobile	<u></u>														
	✓     Cpi alternative     0,20														
	vent vent Cas 20 ▼														
	descendant v v														
	FRONT														
	Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>														

- Cliquez sur 'OK' pour générer le vent.
- Sélectionnez maintenant le deuxième portique et cliquez sur ¹¹. La seule chose que vous devez changer est la position du portique dans la structure 3D. Diamonds souviennent tous les autres paramètres de la génération précédente.

🥹 Diamonds - HoutVB	🤗 Générateur de vent pour structure 2D – 🗖 🔜													
🥮 Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser 🤇														
D ≌ ∎ Q ⊕ Q   v ∝   ⊞⊞⊞   Ⅲ	Éléments portantes pour les charges dans le plan													
3 D														
Geval 1														
+ + + 5 · · · · · · · · · · · · · · · ·	Géométrie													
€ <u>9</u> 99	Largeur totale de la construction: 12,0 m Localisation du portique: 12,0 m													
B a a a a a a a a	Profondeur totale de la construction: 16,0 m Distance au portique avant: 4,0 m Distance au portique arrière: 4,0 m													
Température														
Vent	gauche -> grotte uroite -> gauche avant -> amere amere -> avant													
	V Cpi  -0,30 ▼ IIII V BACK													
as a	✓ ascendant gauche - ascendant droite   vent   ✓   Cas 1													
11 2 2 a a a a a a a a a a a a a a a a a	✓ ascendant gauche - descendant droite   vent   ✓   Cas 2   ✓													
Sismique     Dynamioue	Vent Cas 3													
* Mobile	✓     descendant gauche - descendant droite     vent     ▼     ▼													
	✓ Cpi alternative     0,20													
	✓ ascendant gauche - ascendant droite vent													
	Iv ascendant gauche - descendant droite vent ▼ Cas 6 ▼													
	Iv descendant gauche - ascendant droite vent ▼ Cas 7 ▼													
	✓     descendant gauche - descendant droite     vent     ✓     Cas 8     ✓													
ji.	Aide <u>Annuler</u> <u>QK</u>													

- Répétez ces étapes pour tous les autres portiques.
- Résultat :



### Etape 11: Introduire des groupes de charges 'neige'

Pour générer de la neige:

- Sélectionnez le groupe de charges 'neige' et le premier sous-groupe de charges 'Cas 1' dans le menu déroulant.
- Cliquez sur 🏁 pour définir la norme et les paramètres du terrain.



- Sélectionnez la norme EN 1991-1-3 [--].
- Optez pour '[--] Centre Ouest Région 3' comme zone.

- Cliquez sur 'OK'.
- Sélectionnez le premier portique.

÷		Diar	nond	is -	Hou	tVB2.	bsf - [V	enster 1	1 - ne	eige	(H <= 1	000 m	i) - Ge	eval '	I (kN, I	kNm	, mn	n, kN,	/m, k	:Nm/r	n, <b>kN</b>	/m²,	°C)]	1	- 🗆 🗙
Sichier Edition	Vue	<u>S</u> él	ection	Mo	ontrer	<u>A</u> nal	lyser <u>O</u> p	tions I	e <u>n</u> êtr	es A	u <u>d</u> e														_ 5 ×
D 🗳 📱 🖸	10		ю	CH.	Ħ	FFF F	R ∷∷	Tei	$\boxtimes$		l ke o	5 8	$\overline{\underline{m}}$ (	3) Fe/	IÝ	臣	۱.	t\$							
🗑 🖲 🖷 🛛 🛛	enster	1			•	1	Charges					•	<b>B</b>	#		南	户	<i>«</i> ۳		Q 🖾		D	R	919 D	
γ ^γ u <u>mit</u> ⊗										_							-		15						Niveau actif
neige (H <= 10 -	8	8	14		-		v		12		22		18	23	33		124	8	12	14	84		-		
Geval 1 💌							Z																		1 2.70 m
10 A		** <b>.</b>		54 	- 26		526 			- 22							** 	** 	72 <b>.</b>		8 <b>2</b>		24 		2.70 m
/rig T	- 14	72	- 24	~	1		26		-22	242				20	10		124	104	124	~	-				Gestion étages
+ + 5	8	8	10	22	12	8	-		•			i		_	•	-	-	8	8	10	10	12	12		The second second
€ <u>~</u> %	83	81	-12	15	12	12	9	8	98	93	40		8	28	18		81	81	84	38	38	12	13	8	Plan de dessin
\$ 2	84	85	12	10	14	15	96	96	22	8	20	20	- 8	- 65	-23		8	8	8	8	32	14	15	14	X = 0.00  m
· Température	- 84	35	12	12	15	15	94	86	102	100	21	20	6	10	88		35	88	39	10	32	14	15	× .	Z = 0.00 m
A Neige	8	8.	8	25	8	8					0	-			•	•	-	8.	8	85	95	8	8	8	Représentation
*	28	28	-	- 25	8	8	2	22	38	33	8			82	85		24	28	28	95	95	8	8	8	
	8.	8	8	25	8	8	×.	2	×	33	8		8	8	-15		20	8.	8.	15	95	8	s	8	D 🕸
* Sismique	38	22	8	58	8	8	35	8	*	- 25	83	8		80	- 22		38	31	38	a	8	8		8	Grandeur
<ul> <li>Dynamique</li> <li>Mobile</li> </ul>	- 24	54	a.	a.	8	8	-					<u> </u>				+	-7	si	-	a.	a.	8	8	8	Police 15 文
1		- 12		-	18	12		1	28	98	1	1		10	1		1.		-		35	13	18	æ	Symboles 15
							V		1	1											~~				Charges 10 文
	12	12	15	:53	56	56	^^	8. 	12	1			1		1		V.	82	12	35	153	10	5.6	*	Résultats 15
	89	83			1	2	*/ \	1	3		N.	2		25	1		1	8 <b>5</b>	85	32	32	2	10	a 1	Affichez groupes
	87	87	22	12	13	10	4		•	-		¥~				1	-	8 <b>9</b>	(i)	22	32	12	а 17	0	Aucun
	8	8 <b>7</b>	*	12	32	2	85 S	5 8	8		2	e e	8	8	14	83	87	85	137	8	32	2	2	z_X	
																									1

- Cliquez sur 🏝 pour lancer le générateur de neige.

🥹 Dia	Générateur de neige	×
Eichier Edition Vue S		. 8 ×
😿 🙆 🐃 🖂 Venster 1		=
$\gamma_{g}^{\gamma_{u}} \xrightarrow{n_{1}}{\lim_{lm}} \stackrel{\odot}{\rightleftharpoons}$		r 1 🔻
neige (H <= 10)		70 m
Geval 1		70 m
操 🗸 🐘 👘		1011
+ 2 4		n étages
A 3 A		u du sol
		e dessin
		70 m
Temperature     Neige	٠ ا	ition
*		1 PB
Largeur reprise par le portique :	2,0  m	
Vent Cas de charge de neige:		
✓ Sismique     ✓ Dynamique     ✓ Dynamique     ✓ Dynamique	Cas 1	15 🜲
		15 🚖
	Cas 2 🗸	10 🜲
		15 🚖
	Cas 3	oupes
		-
		c
Aide	<u>A</u> nnuler <u>O</u> K	1.

- Complétez la fenêtre comme ci-dessus. Cliquez sur 'OK' pour générer la neige.
- Sélectionnez maintenant le deuxième portique et cliquez sur ²². La seule chose que vous devez changer est la position du portique

dans la structure 3D. Diamonds souviennent tous les autres paramètres de la génération précédente.

Diamonds - HoutVB2.bsf - [Venst	Générateur de neige
Eichier Edition Vue Sélection Montrer Analyser Option	
	_
🛞 🖾 📉 Venster 1 💽 🚺 Charges	
y ^y t tin ∾	
neige (H <= 10 ▼	
Geval 1 V	
$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}$	
+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	
G > 92	
₿. ₽	
Température	
Neige	
A a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	Largeur reprise par le portique : 4,0 m
Vent Sismique	Cas de charge de neige:
Yoynamique     Mobile	✓         neige (H <= 1000 m)         ▼         Cas 1         ▼
	✓         neige (H <= 1000 m)         ▼         Cas 2         ▼
20 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	
	Aige <u>Annuler</u> <u>QK</u>

- Répétez ces étapes pour tous les autres portiques.
- Résultat :



### 5.2.3.3. Faire des combinaisons

Etape 13: Faire des combinaisons

Préparez les combinaisons comme au §4.1.3.3. Reprenez aussi les mêmes paramètres.

## 5.2.4. Calcul du maillage

Etape 14: Générer le maillage

Générer le maillage 🖾 comme décrites dans §3.1.4.

### 5.2.5. L'analyse élastique globale

### Etape 15: Analyse élastique

Suivez les mêmes étapes tel que en §5.1.5

Les enveloppantes sont représentées ci-dessous pour les moments fléchissants en ELU CF et pour les déformations en ELS CR.



Diagramme de moment ELU CF



Diagramme de déformation ELS CR

Il est possible d'afficher les résultats uniquement pour une partie de la structure

- Sélectionnez toutes les barres dont on souhaite voir les résultats puis.
- Cliquez sur l'icône III dans la barre d'icônes du haut. L'échelle de couleur est toujours adaptée aux valeurs extrêmes des résultats des barres visibles.

Pour rendre à nouveau tout visible, cliquez sur l'icône  $\mathbb{H}$  dans la barre d'icônes du haut.

# 5.2.6. Paramètres pour le contrôle de stabilité

### 5.2.6.1. Flambement

Etape 16: Paramétrer des longueurs de flambement

Le principe des groupes de flambement a été abondamment analysé au §4.1.6.1. Le mode opératoire à suivre est identique.

Paramétrez les groupes de flambement autour de l'axe y'(u) comme suit:



Paramétrez les groupes de flambement autour de l'axe z'(v) comme suit:



### Etape 17: Calcul des longueurs de flambement

Pour calculer les longueurs de flambement, cliquez sur l'icône 🥍 dans la barre d'icônes du haut.



Diamonds vous demande, en fonction du sens (autour de l'axe y'(u) ou z'(v)), pour quel type de structure et pour quelle sorte d'analyse ultérieure vous voulez calculer les longueurs de flambement. Il est important que vous utilisiez aussi par la suite le même type d'analyse que celui que vous indiquez ici. Nous sélectionnons ici l'option 'nœuds semi-déplaçables'. Dans 'Combinaison pour déterminer des non-linéarités', sélectionnez 'ELS QP1'.

Cliquez sur 'OK'.

### 5.2.6.2. Déversement

Etape 22: Paramétrer pour le flambement

Comme nous avons modélisé les pannes qui se trouvent en toiture, nous ne devons plus appliquer d'appuis au déversement.

# 5.2.7. Le contrôle de résistance et de stabilité

Etape 18: Contrôle de résistance et de stabilité

Pour lancer le contrôle normatif, sélectionnez 'Analyser – Contrôle normatif acier et bois...' dans le menu ou cliquez sur ^{Fg/} ou **F3**.



Résultats pour la résistance des sections (%)



Résultats pour la stabilité (%)

Si nous analysons les résultats, nous voyons que les colonnes ont une dimension suffisante, tandis que les poutres sont sous-dimensionnées. Nous pouvons maintenant appliquer une optimisation. Nous pouvons appliquer cette optimisation uniquement pour les poutres transversales et les tirants parce que les profils variables ne peuvent pas être optimalisés automatiquement.

## 5.2.8. Optimisation du choix des profils

Nous allons utiliser ici l'algorithme d'optimisation de Diamonds pour attribuer les profils optimaux.

L'optimisation s'effectue toujours sur base des pourcentages obtenus dans la vérification (voir chapitre précédent).

L'optimisation d'une section peut se faire de deux manières:

- La première manière est appliquée à des profils qui ont été sélectionnés dans la bibliothèque.
- La seconde s'applique quand la section a été définie sur base d'une forme type. Pour ce dernier cas, on peut faire varier graduellement la hauteur ou la largeur jusqu'au moment où l'on parvient à la section optimale.

Dans notre exemple, nous revenons à la **seconde manière**. Nous avons déjà abordé la première manière lors du calcul d'une structure en acier (§4.1.8 et §4.2.8).

### Etape 19: Optimisation du choix des profils

Pour lancer l'optimisation, cliquez sur le bouton d'icônes.

Optimisation											
Paramètres d'optimisation Adapter les sectio	ns Optimiser sections manuelles										
Valeur visée pour l'optimisation:	5 🔶 %										
Optimiser pour:	Résistance Stabilité										
Trier les sections selon:	ésistance										
Ai <u>d</u> e < Précédent S	iuivant > Annuler										

Op	timisation 🛛 🗙										
Paramètres d'optimisation Adapter les se	ections Optimiser sections manuelles										
Adapter les sections											
Résumer et confirmer											
C Adaptation automatique											
Méthode de remplacement des sections:	4										
🔽 Sections identiques restent identiq	ues après l'optimisation										
Tous les poutres du même type on	t la même section après l'optimisation										
Ai <u>d</u> e < Précédent	Suivant > Annuler OK										
Op	otimisation ×										
Paramètres d'optimisation Adapter les se	ections Optimiser sections manuelles										
Cette construction contient											
Définir les paramètres de typ	on 'Rectangle':										
Adapter la hauteur     Adapter la hauteur	C Adapter l'épaisseur de l'âme										
O Adapter la largeur	C Adapter les épaisseurs des semelles										
Adapter les dimensions par:	10,0 mm										
J✓ Definir minimum:	10,0 mm										
	300,0										
Ai <u>d</u> e < Précédent	Suivant > Annuler OK										

Reprenez les paramètres des figures ci-dessus et lancez le calcul.

### A propos de la fenêtre 'Optimisation'

- Dans le premier onglet 'Paramètres optimisation', vous introduisez la valeur indicative pour l'optimisation. Le processus d'optimisation recherche le profil qui se rapproche le plus du pourcentage défini sans le dépasser. Vous trouverez davantage d'informations dans le Manuel de référence.
- Dans le second onglet 'Adapter profils', vous pouvez demander un rapport sur le choix optimal des profils. Cela veut dire que Diamonds génère une liste de choix de profils meilleurs que l'actuel. Si vous ne demandez pas ce rapport, Diamonds modifie automatiquement les profils en meilleur choix de profils.
- Dans le troisième onglet 'Optimaliser manuellement profils', indiquez les paramètres d'optimisation des sections définies sur base d'un type de forme.

Une fois que l'optimisation est terminée, une boîte de dialogue s'affiche avec le résumé de l'optimisation:

Résumé de l'optimisation	×
<ul> <li>✓ Bar numéro 9: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 10: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 11: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 12: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 13: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 14: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 15: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 15: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 15: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 16: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> <li>✓ Bar numéro 17: Hauteur changé de 180,0 à 100,0mm</li> </ul>	<
Nombres de barres devant être adaptées: 36	<u>O</u> K

Diamonds vous propose de modifier certains profils. Vous pouvez accepter ou refuser cette modification en cochant ou décochant la ligne correspondante.

Dans cet exemple, nous ne ferons pas de rapport du calcul. La manière de créer un rapport est amplement expliquée dans le premier exemple béton (§3.2.8). Le mode opératoire est analogue.