

U-BOOT BETON® DESIGN SOFTWARE

Tutorial d'introduzione



Daliform Group S.r.l.

Via Postumia Centro, 49 - 31040 Gorgo al Monticano (TV) - Italy - Tel. +39 0422 2083 - Fax +39 0422 800 234
P.IVA e C.F. 04296720263 - Reg. Imp. n. TV 04296720263- REA n. 338635 TV - Cap. Soc. 40.000 € i.v.
www.daliform.com - info@daliform.com

Rating di legalità: ★★+



Certified Management System UNI EN ISO 9001,
UNI EN ISO 14001, UNI EN ISO 45001, SA 8000

Associated to
GBC Italia

1 Introduction

U-Boot Design Software est l'outil idéal pour la conception de plaques allégées à intrados plan, sans capitales ou retombé de poutres.

La plaque allégée avec le coffrage U-Boot Beton® est composé d'une maille de nervures orthogonales, reliées entre elles et solidaires à une dalle continue à l'intrados et une à l'extrados.

Le comportement de la structure d'une plaque allégée avec des éléments en U Boot Beton® est bidirectionnel, celui typique de plaques pleines, avec l'avantage d'une importante réduction de poids, qui permet une économie à la fois de béton et d'acier d'armature.

Pour cette raison, U-Boot Beton® est la solution idéale pour la réalisation de plaques de grande portée qui peuvent supporter des surcharges élevées.

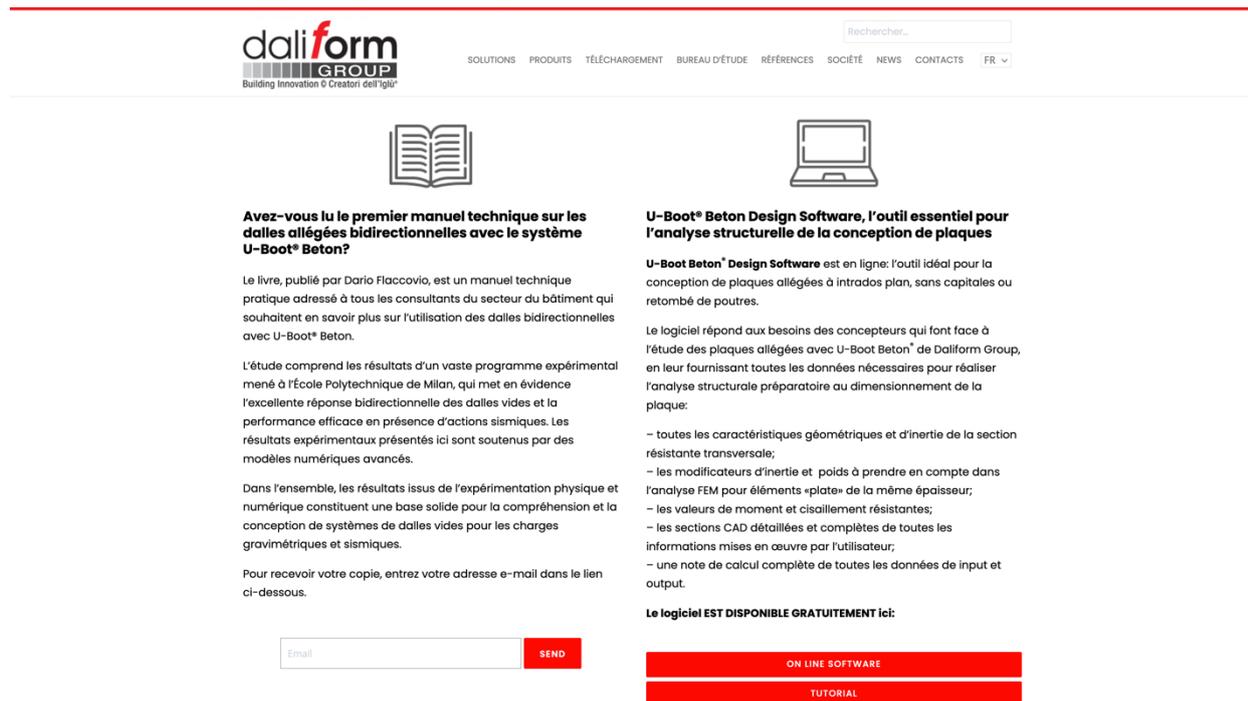
U-Boot Design Software répond aux besoins des concepteurs qui font face à l'étude des plaques allégées avec U-Boot Beton® de Daliform Group, en leur fournissant toutes les données nécessaires pour réaliser l'analyse structurale préparatoire au dimensionnement de la plaque.

Plus précisément, U-Boot Design Software, selon la configuration du plancher choisie par l'utilisateur, fournit:

- Toutes les caractéristiques géométriques et d'inertie de la section résistante transversale;
- Les modificateurs d'inertie et poids à prendre en compte dans l'analyse FEM pour éléments «plate» de la même épaisseur;
- Les valeurs de Moment et Cisaillement résistantes;
- Les sections CAD détaillées et complètes de toutes les informations mises en œuvre par l'utilisateur;
- Une note de calcul complète de toutes les données de input et output

Toutes les informations ci-dessus représentent un support valide pour le concepteur et elles peuvent être utilisées pour réaliser une analyse numérique à l'aide des logiciels de calcul structural couramment utilisés.

Le logiciel est disponible gratuitement sur le lien présent dans la page d'accueil du site web www.daliform.com.



The screenshot shows the Daliform Group website interface. At the top, there is a search bar and a navigation menu with links for SOLUTIONS, PRODUITS, TÉLÉCHARGEMENT, BUREAU D'ÉTUDE, RÉFÉRENCES, SOCIÉTÉ, NEWS, CONTACTS, and FR. Below the navigation, there are two main content areas. The left area is titled 'Avez-vous lu le premier manuel technique sur les dalles allégées bidirectionnelles avec le système U-Boot® Beton?' and contains text about a technical manual published by Dario Flaccovio. The right area is titled 'U-Boot® Beton Design Software, l'outil essentiel pour l'analyse structurale de la conception de plaques' and describes the software as an ideal tool for the design of U-Boot Beton® slabs. It lists several features: geometric and inertia characteristics, FEM analysis modifiers, moment and shear resistance values, CAD sections, and a complete calculation note. Below this, it states 'Le logiciel EST DISPONIBLE GRATUITEMENT ici:' and provides two red buttons: 'ON LINE SOFTWARE' and 'TUTORIAL'. At the bottom of the software section, there is an email input field and a 'SEND' button.

Figure 1 – Accès au logiciel sur la page du site web Daliform Group

2 Interface Utilisateur

- **Login:** Accès multilingue.

- ① Si vous avez déjà un compte actif, vous pouvez vous connecter en utilisant votre adresse e-mail et mot de passe;
- ② Si vous ne possédez pas encore un compte, créez-le simplement en suivant les étapes de la procédure assistée;

① Italiano

Indirizzo email

② Password

Password dimenticata?

ACCEDI

Non ancora registrato? [Clicca qui!](#)

Figure 2 - Accès

- **Donnés de Input:** Dans la fenêtre principale, il est possible de modifier et d'introduire librement les caractéristiques géométriques de la semelle, les matériaux et la norme de référence pour le calcul des paramètres de la section résistante.

- ① Normes - EN 1992-1-1_2005 ou ACI-318-11;
- ② Matériaux - Classe du béton et acier en référence à la norme choisie;
- ③ Input des caractéristiques géométriques, introduites à travers la forme libre ou simplifiée (wizard);
- ④ Menu de sélection rapide;
- ⑤ Output des caractéristiques;

Chaque modification de la géométrie du plancher est automatiquement affichée sur le modèle 3D présente dans la fenêtre principale. La modification de chaque paramètre, plus précisément la hauteur de l'élément U-boot Beton® et de son pieds (qui détermine l'épaisseur de la dalle inférieure) peut également être intuitivement faite en cliquant sur le menu graphique sur le côté gauche de l'écran.

U-Boot Beton® SLAB Characteristic INPUT

Lower slab thickness	si (cm)	6	Height of the slab	Htot (cm)	28
Upper slab thickness	ss (cm)	6	U-Boot Beton® Height	Hub (cm)	16
U-Boot Beton® height	Hub (cm)	16	Lower slab thickness	si (cm)	6
Rib width	b (cm)	14	Upper slab thickness	ss (cm)	6
Height of the slab	Htot (cm)	28	Rib width	b (cm)	14

Results

U-Boot Beton® SLAB characteristic OUTPUT	
Total height	Ht (cm) 28
Voided slab inertia	cm ⁴ /m 158096
Full concrete inertia with same thickness	cm ⁴ /m 182933
Equivalent full concrete slab thickness loss	4.78 %
Equivalent full concrete slab thickness	26.7
Voided slab concrete volume	0.209
U-Boot Beton® voided slab incidence	2.30
Voided slab weight	G1 (kN/m ²) 5.1
Full concrete weight with same thickness	G2 (kN/m ²) 6.9
Weight loss	% P 25 %
inertia loss	% I 14 %
cross-section area loss	% A 42 %
FEM MODEL MODIFIER FOR SHELL WITH SAME THICKNESS	
inertia modifier I1, I2	0.86
shear stiffness modifier t1,t2,t3	0.58
weight modifier	0.75

Figure 3 – Données de Input.

Dans le tableau «Résultats», toujours présent sur le côté droit de l'écran, les caractéristiques géométriques et d'inertie de comparaison entre section pleine et allégée sont automatiquement affichées et mises à jour. Ils sont rapportés également les **modificateurs** de poids et d'inertie à prendre en considération dans la modélisation FEM des zones allégées par des éléments « plate / shell », en conformité avec l'une des méthodes les plus utilisées qui tient compte d'éléments FEM bidimensionnels de la même épaisseur pour des zones pleines et allégées et modifie les paramètres d'inertie et de poids de ce dernier par rapport à la perte de poids d'inertie.

Results		
U-Boot Beton® SLAB characteristic OUTPUT		
Total height	Ht (cm)	28
Voided slab inertia	cm ⁴ /m	158096
Full concrete inertia with same thickness	cm ⁴ /m	182933
Ecquivalent full concrete slab thickness loss		4.78 %
Ecquivalent full concrete slab thickness		26.7
Voided slab concrete volume		0.209
U-Boot Beton® voided slab incidence		2.30
Voided slab weight	G1 (kN/m ²)	5.1
full concrete weight with same thickness	G2 (kN/m ²)	6.9
Weight loss	% P	25 %
inertia loss	% I	14 %
cross-section area loss	% A	42 %
FEM MODEL MODIFIER FOR SHELL WITH SAME THICKNESS		
inertia modifier i11, i22		0.86
shear stiffness modifier t13,t23		0.58
weight modifier		0.75

Caractéristiques géométriques et d'inertie des sections pleine et allégée.



Modificateurs FEM pour éléments plate / shell de la même épaisseur.



Figure 4 - Caractéristiques géométriques et d'inertie.

Il est rapporté ci-dessous un exemple d'implémentation des modificateurs obtenus avec **U-Boot Beton Design Software**, dans un modèle FEM développé à l'aide de Midas Gen 2017, en considérant des éléments à deux dimensions de type «plate» pour les zones pleines et allégées.

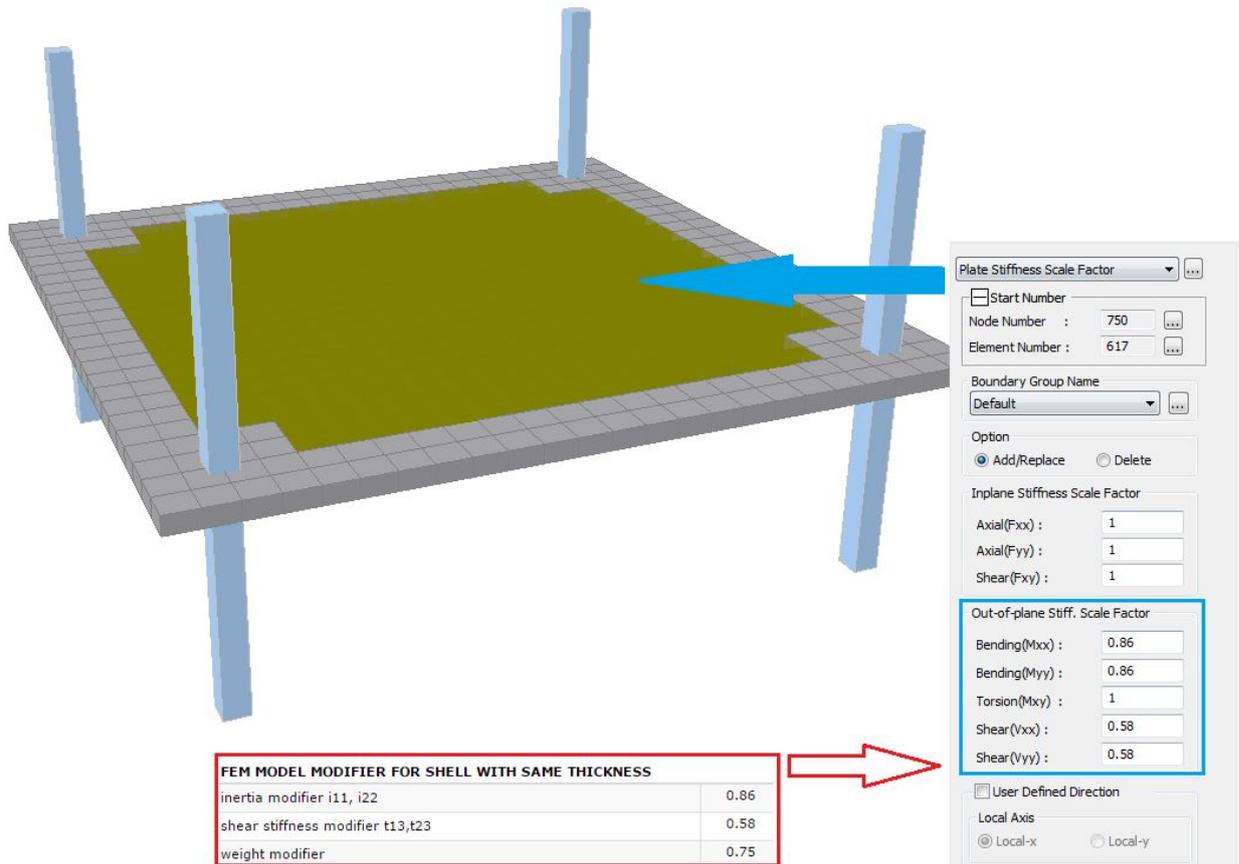


Figure 5 – Exemple d’implémentation des modificateurs dans un modèle FEM 3D

- **Armature à flexion:** Dans cette section, il est possible choisir et introduire le type d'armature souhaité, en termes d'armature de base et complémentaire. Dans le cas des intégrations, il est possible de faire la distinction entre l'armature distribuée, au niveau de l' armature de base, ou dans la nervure.

① Armature de base inférieur;

Recouvrement C_i [cm] mesuré à partir de l'intrados du plancher.

② Armature de base supérieur;

Recouvrement C_s [cm] mesuré à partir de l'intrados du plancher

Lower slab base reinforcement	①	Φ8-200X200	2.51 cm ² /m	Upper slab base reinforcement	②	Φ6-200X200	1.41 cm ² /m
Lower slab concrete cover C_i (cm)		2.0		Upper slab concrete cover C_s (cm)		2.0	
Base Reinforcement Input							

Figure 6 - Armature de base.

En fonction des caractéristiques géométriques, quantité et distribution d'armature, le logiciel calcul les moments résistants de la section- M_R [kNm/m] et [kNm].

RESISTANT MOMENT CALCULATION										
Type of integration	Nr. of Reinf. in Ribs	ULS with only base reinforcement / ULS with base and integrative reinforcement	Resistant moment				Reinforcement			
			M_r (kNm/m)	M_r (kNm)	X (mm)	C (cm) from axis	Φ (mm)	n°	A_i (cm ² /m)	Concrete Cover Check
Positive Resistant moment direction 1-1										
		ULS with only base reinf.	25.13	16.58	13.56	2.40	8.00	5.00	2.51	OK
Nothing	0	ULS with base and int. reinf.	0.00	0.00	13.56	0.00	0	0.00	2.51	OK
Positive Resistant moment direction 2-2										
		ULS with only base reinf.	24.68	16.29	13.56	3.20	8.00	5.00	2.51	OK
Nothing	0	ULS with base and int. reinf.	0.00	0.00	13.56	0.00	0	0.00	2.51	OK
Negative Resistant moment direction 1-1										
		ULS with only base reinf.	15.44	10.19	13.56	2.30	6.00	5.00	1.41	OK
Nothing	0	ULS with base and int. reinf.	0.00	0.00	13.56	0.00	0	0.00	1.41	OK
Negative Resistant moment direction 2-2										
		ULS with only base reinf.	15.89	10.49	13.56	2.90	6.00	5.00	1.41	OK
Nothing	0	ULS with base and int. reinf.	0.00	0.00	13.56	0.00	0	0.00	1.41	OK

Figure 7 - Calcul du moment résistant.

Où:

M_R [kNm/m]: Moment Résistant per mètre de largeur;
 M_R [kNm]: Moment Résistant pour une section de largeur égale à l'entraxe des nervures;
X [mm]: Profondeur de l'axe neutre;
C [cm] from axis: Position de la barre di armature par rapport à l'intrados ou extrados respectivement;
 ϕ [mm]: Diamètre de la barre;
 n° : Numéro de barres d'armature per mètre di largeur;
 A_i [cm²/m]: Quantité d'armature per mètre de largeur;
Contrôle Recouvrement: **OK-NO**, le logiciel vérifie la présence du recouvrement minimum.

① Intégrations inférieures distribuées - Direction 1-1 (X-X);

Daliform Group S.r.l.

Via Postumia Centro, 49 - 31040 Gorgo al Monticano (TV) - Italy - Tel. +39 0422 2083 - Fax +39 0422 800 234
P.IVA e C.F. 04296720263 - Reg. Imp. n. TV 04296720263- REA n. 338635 TV - Cap. Soc. 40.000 € i.v.
www.daliform.com - info@daliform.com

Rating di legalità: ★★+



Certified Management System UNI EN ISO 9001,
UNI EN ISO 14001, UNI EN ISO 45001, SA 8000

Associated to
GBC Italia

- ② Intégrations inférieures distribuées - Direction 2-2 (Y-Y);
- ③ Intégrations supérieures distribuées - Direction 1-1 (X-X);
- ④ Intégrations supérieures distribuées - Direction 2-2 (Y-Y);

RESISTANT MOMENT CALCULATION										
Type of integration	Nr. of Reinf. in Ribs	ULS with only base reinforcement / ULS with base and integrative reinforcement	Resistant moment				Reinforcement			
			Mr (kNm/m)	Mr (kNm)	X (mm)	C (cm) from axis	Φ (mm)	n°	Ai (cm ² /m)	Concrete Cover Check
Positive Resistant moment direction 1-1										
		ULS with only base reinf.	25.13	16.58	13.56	2.40	8.00	5.00	2.51	OK
①	Mesh Only ▼	0 ▼	ULS with base and int. reinf.	48.23	31.83			8	5.00	5.03 OK
Positive Resistant moment direction 2-2										
		ULS with only base reinf.	24.68	16.29	13.56	3.20	8.00	5.00	2.51	OK
②	Mesh Only ▼	0 ▼	ULS with base and int. reinf.	47.05	31.06			8	5.00	5.03 OK
Negative Resistant moment direction 1-1										
		ULS with only base reinf.	15.44	10.19	13.56	2.30	6.00	5.00	1.41	OK
③	Mesh Only ▼	0 ▼	ULS with base and int. reinf.	28.51	18.82			6	5.00	2.83 OK
Negative Resistant moment direction 2-2										
		ULS with only base reinf.	15.89	10.49			6.00	5.00	1.41	OK
④	Mesh Only ▼	0 ▼	ULS with base and int. reinf.	28.82	19.02			6	5.00	2.83 OK

Figure 8 – Calcul du moment résistant

Où:

- M_R [kNm/m]: Moment Résistant per mètre de largeur;
- M_R [kNm]: Moment Résistant pour une section de largeur égale à l'entraxe des nervures;
- X [mm]: Profondeur de l'axe neutre;
- C [cm] from axis: Position de la barre di armature par rapport à l'intrados ou extrados respectivement;
- φ [mm]: Diamètre de la barre;
- n°: Numéro de barres d'armature per mètre di largeur;
- A_i [cm²/m]: Quantité d'armature per mètre de largeur;
- Contrôle Recouvrement: **OK-NO**, le logiciel vérifie la présence du recouvrement minimum.

- ① Intégrations inférieures dans nervure - Direction 1-1 (X-X);
- ② Intégrations inférieures dans nervure - Direction 2-2 (Y-Y);
- ③ Intégrations supérieures dans nervure - Direction 1-1 (X-X);
- ④ Intégrations supérieures dans nervure - Direction 2-2 (Y-Y);

RESISTANT MOMENT CALCULATION										
Type of integration	Nr. of Reinf. in Ribs	ULS with only base reinforcement / ULS with base and integrative reinforcement	Resistant moment				Reinforcement			
			Mr (kNm/m)	Mr (kNm)	X (mm)	C (cm) from axis	Φ (mm)	n°	Ai (cm ² /m)	Concrete Cover Check
Positive Resistant moment direction 1-1										
①	Rib Only	3	25.13	16.58			8.00	5.00	2.51	OK
		Nr. barres dans nervure	100.59	66.39			Diamètre barre	16	4.55	11.65
Positive Resistant moment direction 2-2										
②	Rib Only	2	24.68	16.29			8.00	5.00	2.51	OK
		Nr. barres dans nervure	51.57	34.04			Diamètre barre	12	3.03	5.94
Negative Resistant moment direction 1-1										
③	Rib Only	3	15.44	10.19			6.00	5.00	1.41	OK
		Nr. barres dans nervure	111.78	73.77			Diamètre barre	18	4.55	12.98
Negative Resistant moment direction 2-2										
④	Rib Only	2	15.89	10.49			6.00	5.00	1.41	OK
		Nr. barres dans nervure	87.63	57.84			Diamètre barre	20	3.03	10.93

Figure 9 – Calcul du moment résistant

Où:

- M_R [kNm/m]: Moment Résistant per mètre de largeur;
 M_R [kNm]: Moment Résistant pour une section de largeur égale à l'entraxe des nervures;
 X [mm]: Profondeur de l'axe neutre;
 C [cm] from axis: Position de la barre di armature par rapport à l'intrados ou extrados respectivement;
 ϕ [mm]: Diamètre de la barre;
 n° : Numéro de barres d'armature per mètre di largeur;
 A_i [cm²/m]: Quantité d'armature per mètre de largeur;
 Contrôle Recouvrement: **OK-NO**, le logiciel vérifie la présence du recouvrement minimum.

Pour le cas d'intégrations dans nervure l'utilisateur devra d'abord sélectionner le diamètre de la barre et seulement ensuite la quantité. Le logiciel contrôlera le numéro maximal de barres admissibles en fonction de la largeur de la nervure.

- **Armature à cisaillement:** Dans cette section l'utilisateur pourra introduire l'entraxe et le diamètre de l'armature à cisaillement; le logiciel vérifiera automatiquement que l'entraxe minimum demandé par la norme, en fonction de la hauteur utile du plancher, soit garanti.

- ① Espacement de l'armature à cisaillement;
- ② Diamètre de l'armature à cisaillement;

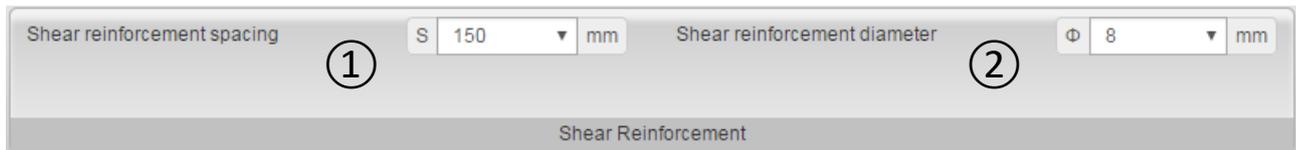


Figure 9 - Armature à cisaillement.

Le logiciel rapporte automatiquement en tableau les valeurs de la résistance à cisaillement avec et sans armature spécifique.

Shear resistance without reinforcement			
K	$k = 1 + [200/d]^{1/2}$	1.88	
V _{min}	v _{min}	0.450	
Shear resistance without reinforcement	V _{Rd,c}	16.38	kN
	V _{Rd,c}	24.82	kN/m
	V _{Rd,c}	2530.99	Kg/m

Figure 10 - Résistance à cisaillement de la section en béton non armée

Shear resistance with shear reinforcement			
Compression strut angle	φ	21.80	deg
cotan of Compression strut angle	cotan(φ)	2.50	
Shear reinforcement area single stirrup	A _{sw}	50.24	mm²
Shear reinforcement total area	SA' _{sw}	50.24	mm²
coefficient n1	v ₁	0.50	
Design yield strenght of shear reinforcement	f _{cd} '	7.08	N/mm²
Design value of the shear force which can be sustained by the yielding shear reinforcement	V _{Rsd}	76.70	kN
Design shear reinforcement of the member without shear reinforcement	V _{Rcd}	80.04	kN
Design shear resistance	V _{Rd}	76.70	kN
	V _{Rd,s}	116.20	kN/m
	V _{Rd,s}	11850	Kg/m

Figure 11 – Résistance à cisaillement de la section armée.

- **Sollicitations de projet:** Dans cette section l'utilisateur pourra introduire les valeurs de calcul prédéterminé par exemple à l'aide d'un modèle FEM, et les comparer avec les valeurs correspondants calculés avec **U-Boot Beton Design Software**.

Design moment $M_{sd,11}$	<input type="text"/>	kNm/m	Design moment $M_{sd,11}$	<input type="text"/>	kNm/m	Design shear V_{sd}	<input type="text"/>	kNm
Design moment $M_{sd,22}$	<input type="text"/>	kNm/m	Design moment $M_{sd,22}$	<input type="text"/>	kNm/m	<input type="button" value="Calculate"/>		

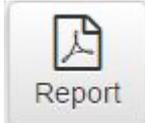
Figure 12 - Sollicitations de projet

Introduire les sollicitations de projet et cliquer sur «calculer»:

CHECK:			
$M_{sd,11} \leq M_{rd,11}$	OK	$M_{sd,11} \leq M_{rd,11}$	OK
$M_{sd,22} \leq M_{rd,22}$	OK	$M_{sd,22} \leq M_{rd,22}$	OK
$V_{sd} \leq V_{rd}$	OK		

Figure 13 - Vérification des sollicitations de projet

- **Aperçu Rapport:** Dans la section «Aperçu Rapport» l'utilisateur a à sa disposition différents services:



Téléchargement du rapport de calcul complet.



Téléchargement des prescriptions techniques d'utilisation du système U-Boot Beton®.



Téléchargement de la fiche technique de l'élément U-Boot Beton® pour la hauteur considérée dans le projet.



Téléchargement des sections DXF du projet analysé.



Téléchargement du modèle .FBX du coffrage de l'élément U-Boot Beton®.

- **Vue:** Dans la fenetre principale de l'application est toujours présente le modèle 3D du plancher que l'utilisateur est en train d'analyser. Le modèle est automatiquement mis à jour à chaque modification de la part de l'utilisateur (géométrie, armature, ecc.). Dans la section «Vue» sont présents différents services à disposition de l'utilisateur.

- ① Permet de visualiser ou non visualiser le differents types d'armatures (base, integration, cisaillement) ;
- ② Permettent de rapporter le modèle en positions prédéterminés
 - * Le bouton gauche de la souris permet de tourner le modèle
 - * Le bouton gauche de la souris permet de déplacer le modèle (pan)
 - * Le bouton central (scroll) de la souris permet de faire un zoom de la vue.
- ③ Options de visualisation;
 - * Montre ou cache le béton
 - * Choisit le degré de transparence du béton
 - * Montre ou cache le cotes

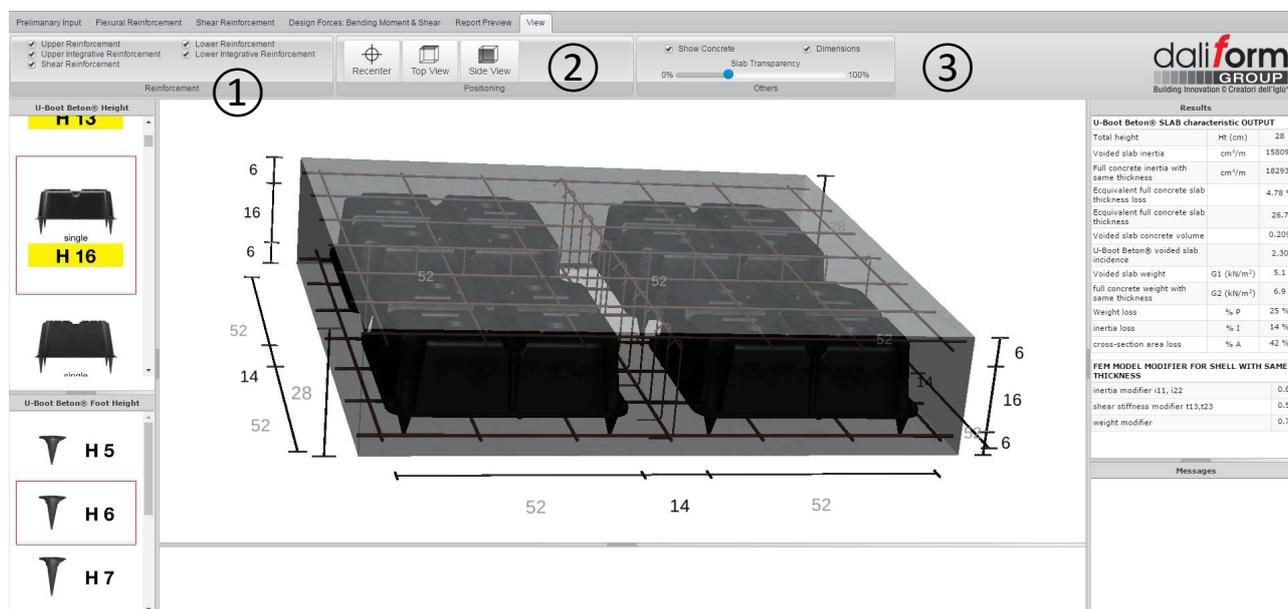


Figura 14 - Section "Vue".

Toutes les **cotes** du modèle, sauf celles fixes (en gris), peuvent être utilisées pour modifier les caractéristiques géométriques du plancher, comme rapporté dans la figure ci-dessous.

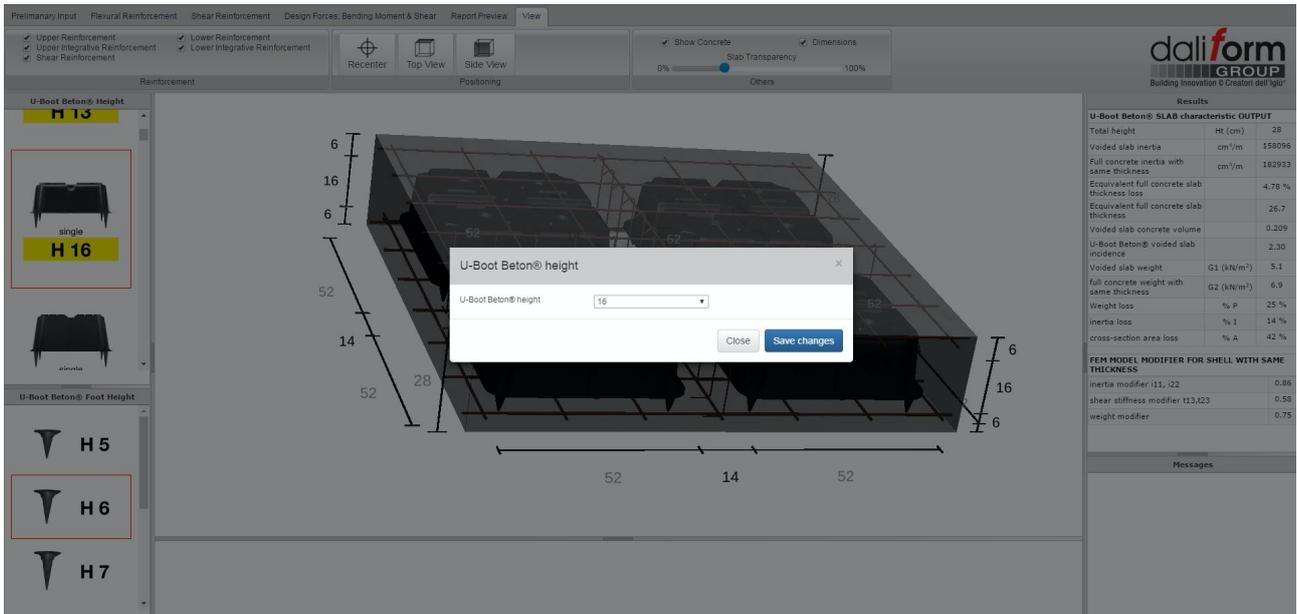


Figure 15 – Modification des caractéristiques du modèle à travers la modification de la cote



Figure 16 - Modification de la hauteur du U-Boot à travers la modification de la cote