SSLX300 – Validation de la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour la combinaison des chargements mécaniques et thermiques

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la commande COMBINAISON_CHARGE dans le cas d'un mélange de différents modèles : modèle 3D, modèles de coque (DKT, COQUE_3D) et modèle de poutre (éléments POU_D_E), et d'un mélange de différents types de chargements mécaniques et thermiques.

Quatre modélisations utilisent le maillage du cas test sdnv112a pour tester des différents cas :

- sslx300a : mélange des modèles : DKT, POU_D_T, POU_D_E
- sslx300b : mélange des modèles : DKT, POU_D_EM, POU_D_TGM
- sslx300c : mélange des modèles : DKT, BARRE, POU_D_T, DIS_T
- sslx300d : mélange des modèles : DKT, BARRE, POU_D_T, DIS_TR

Cinq modélisations utilisent le maillage du cas test sslx100c pour tester des différents cas :

- sslx300e : mélange des modèles : 3D, COQUE_3D, POU_D_E, DIS_TR
- sslx300f : mélange des modèles : 3D, DKT, MEMBRANE, CABLE, DIS_TR
- sslx300g : mélange des modèles : 3D, COQUE_3D, POU_D_E, GRILLE_MEMBRANE, DIS_TR
- sslx300h : mélange des modèles : 3D, DKT, POU_D_E, GRILLE_EXCENTRE, DIS_TR
- sslx300i : mélange des modèles : 3D, COQUE_3D, 2D_BARRE, GRILLE_MEMBRANE, DIS_TR

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La géométrie pour `sslx300abcd` est un bâtiment simplifié comportant trois voile, un plancher, une semelle et un radier. De plus une partie du sol est représentée.

Les éléments de génie civil ont une épaisseur de $0,1\,m$ tandis que le radier et la semelle ont respectivement une épaisseur de $0.5\,m$ et de $0.35\,m$. Le poteau a une section rectangulaire de $0.2\times0.2\,m$ et la poutre a une section de $0.15\times0.325\,m$. Le point d'ancrage du poteau est nommé S. Ce point n'est pas en contact avec le radier.

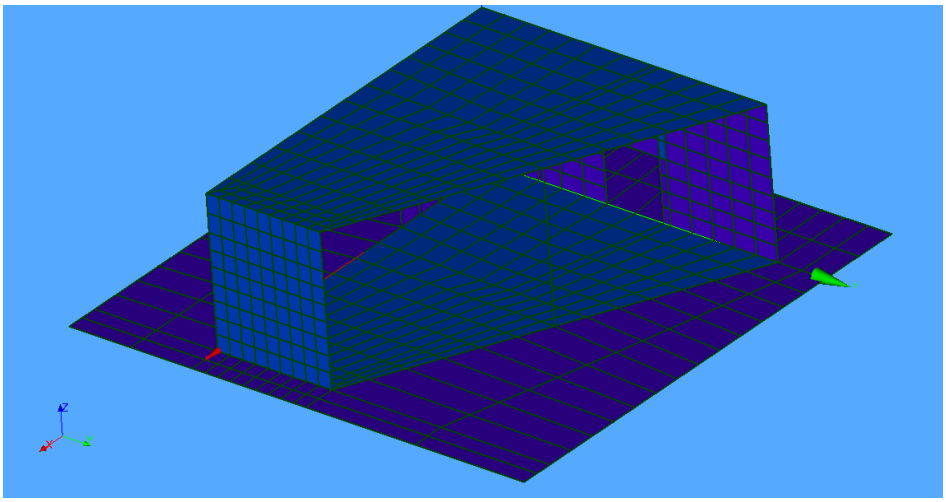
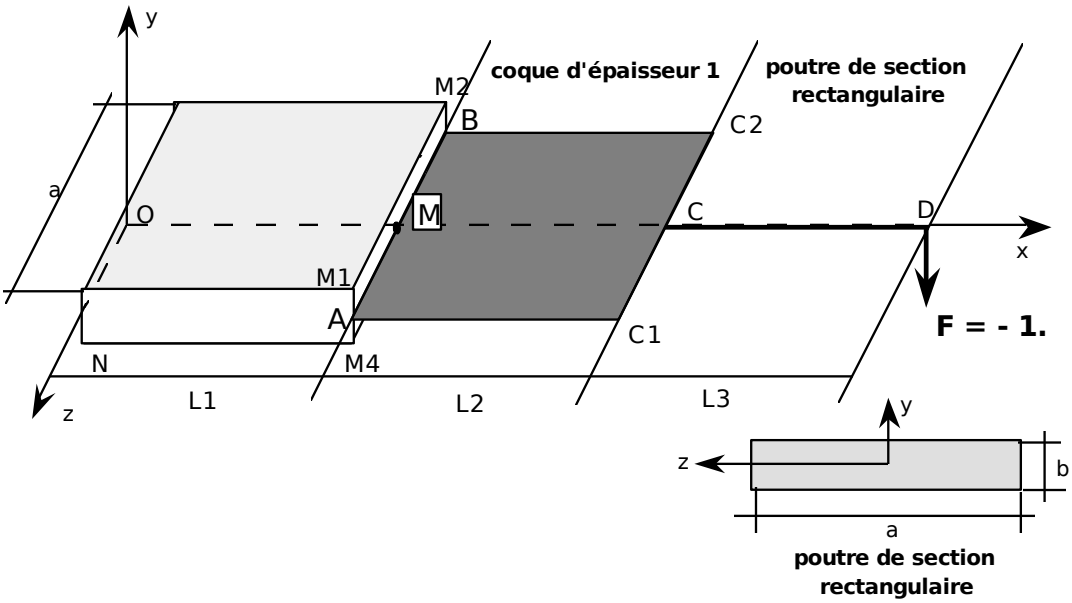


Fig. 1.

La géométrie pour `sslx300efghi` est comme suivant :



L1 = L2 = L3 = 10 mm
b = 1 mm
a = 3 mm

Fig. 2.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1.2 Propriétés du matériau

Pour les chargements mécaniques, les matériaux sont élastiques isotropes dont les propriétés sont :

- Béton : $E=30\,000\,MPa$, $\nu=0.2$, $\rho=2400.\,Kg/m^3$, $\alpha=1{,}096\text{e-}5/°C$
- Acier: $E=200\,000\,MPa$, $\nu=0.$, $\rho=7800.\mathrm{Kg}/m^3$, $\alpha=1{,}096\text{e-}5/°C$

Pour les chargements thermiques, les propriétés des matériaux sont dépendantes de la température :

- Béton : $E=30\,000\,MPa$ à 20°C, $E=15\,000\,MPa$ à 500°C, $\nu=0.3$ constant de 20°C à 500 °C, $\rho=2400.\,Kg/m^3$ constant de 20°C à 500 °C, $\alpha=1{,}096\text{e-}5/°C$ constant de 20°C à 500 °C, $\lambda=54.6\,W/m°C$, $\rho C_p=3.71\text{e}6\,J/m°C$
- Acier: $E=200\,000\,MPa$ à 20°C, $E=100\,000\,MPa$ à 500°C, $\nu=0.2$ constant de 20°C à 500 °C, $\rho=7800.\mathrm{Kg}/m^3$ constant de 20°C à 500 °C, $\alpha=1{,}096\text{e-}5/°C$ constant de 20°C à 500 °C, $\lambda=54.6\,W/m°C$, $\rho C_p=3.71\text{e}6\,J/m°C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Pour les modélisations `sslx300abcd`, les voiles du bâtiment sont connectées au radier. Le groupe de nœuds CDG appartient au radier. Le groupe de nœuds S est extrémité du poteau coté radier. Les DDL de ces deux groupes sont encastrés pour bloquer le mouvement de corps rigide.

Pour les modélisations `sslx300 efghi` , la structure est construite avec un mélange des modèles :

- encastrement de la section $x=0$
- continuité des déplacements de translation sur AB
- continuité des déplacements de translation en C
- égalité des déplacements de rotation autour de z sur $C1-C2$
- pour les points M de la section ($M1$ $M2$ $M4$) les déplacements de translation $u(M)$ dépendent linéairement du déplacement de rotation φ_z des points P de AB

$$u(M)=-\varphi_z(P).y+dx(P)$$

Les types des chargements mécaniques et thermiques sont pareils dans toutes les modélisations

Les chargements mécanique sont comme suivant :

- Pesanteur
- Pression constante (pour le vent) : `FORCE_COQUE`
- Force nodale
- Force linéique
- Déplacement imposé
- Pression dépendant des coordonnées

Les chargements thermiques sont comme suivant :

- Champ de température constante / variable (`CREA_CHAMP` + `AFFE_MATERIAU` / `AFFE_VARC`)
- Résultats avec plusieurs champs de température (`CREA_RESU` + `AFFE_MATERIAU` / `AFFE_VARC`)

Les coefficients des combinaisons sont comme suivant :

charge	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n12	n13
comb1	1,2	1,5	0	0	1	1	1	1	0	1	0
comb2	1,3	0	1,2	0	1,5	1,5	1,2	1,5	1	0	1
comb3	1,3	0	0	1,1	1	1	2	1,2	0	1,5	0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

Le résultat de référence a été obtenu en calculant avec des opérateurs standards d'aster (sans COMBINAISON_CHARGE).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : DKT, POU_D_T, POU_D_E.

On utilise une modélisation DKT pour les voiles, planchers et le radier, une modélisation POU_D_T pour les poutres et une modélisation POU_D_E pour les colonnes (section rectangle $0.2\,m \times 0.5\,m$).

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de : 19 SEG2
793 QUAD4

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_18	n12_MIN	1,5	1E-4
COMB_15	n13_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	14614,879946	1E-4
COMB_18	N	MIN	-23903,8809969	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	40939948,67063	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-30309567,65040	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_7	\
VY	MAX	COMB_17	\
VY	MAX	3528,9915113	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_17	\
SIYY	MAXI_ABS	187404927,555	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : DKT, POU_D_EM, POU_D_TGM.

On utilise une modélisation DKT pour les voiles, planchers et le radier, une modélisation POU_D_TGM pour les poutres et une modélisation POU_D_EM pour les colonnes. Les multi-fibres sont rectangles de $0.2\,m \times 0.5\,m$ avec 4 ferraillages de diamètre de $0.032\,m$ (positions aux $x = \pm 0.066\,m$, $y = \pm 0.218\,m$).

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de : 19 SEG2
793 QUAD4

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_18	n12_MIN	1,5	1E-4
COMB_15	n13_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	22237,2927379	1E-4
COMB_18	N	MIN	-25629,573740	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	40798210,71432	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-33270742,07899	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_17	\
VY	MAX	COMB_17	\
VY	MAX	3536,3740877	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_18	\
SIYY	MAXI_ABS	187653022,85585	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : DKT, BARRE, POU_D_T, DIS_T.

On utilise une modélisation DKT pour les voiles, planchers et le radier, une modélisation POU_D_T pour les poutres, une modélisation BARRE pour les colonnes et une modélisation DIS_T pour le centre du plancher.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de : 19 SEG2
793 QUAD4

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_18	n12_MIN	1,5	1E-4
COMB_15	n13_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	10802,187851	1E-4
COMB_18	N	MIN	-13667,449687	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	44089229,48744	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-32506840,28023	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_7	\
VY	MAX	COMB_17	\
VY	MAX	76713,146696	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_17	\
SIYY	MAXI_ABS	201619296,9582	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : DKT, BARRE, POU_D_T, DIS_TR.

On utilise une modélisation DKT pour les voiles, planchers et le radier, une modélisation POU_D_T pour les poutres, une modélisation BARRE pour les colonnes et une modélisation DIS_T pour le centre du plancher.

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de : 19 SEG2
793 QUAD4

6.3 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_18	n12_MIN	1,5	1E-4
COMB_15	n13_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	10802,1878509	1E-4
COMB_18	N	MIN	-13667,4496767	1E-4
COMB_14	DZ	MAX	0,0006535787	1E-4
COMB_16	DZ	MIN	-0,00115205865	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_7	\
VY	MAX	COMB_17	\
VY	MAX	76713,1466838	1E-4
DZ	MAXI_ABS	COMB_17	\
DZ	MAXI_ABS	0,0015655551	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : 3D , COQUE_3D , POU_D_ E , DIS_TR.

7.2 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_18	n7_MIN	1,2	1E-4
COMB_15	n8_MAX	1,5	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_15	VY	MIN	-1200,0	1E-4
COMB_21	VY	MAXI_ABS	11000,0	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	11885566,2010	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-22057255,75835	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
VY	MAXI_ABS	COMB_19	\
VZ	MAXI_ABS	COMB_15	\
DX	MAX	0,018426111	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_15	\
SIYY	MAXI_ABS	508355,43093	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : 3D , DKT , MEMBRANE , CABLE , DIS_TR.

8.2 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_12	n7_MAX	1,0	1E-4
COMB_12	n8_MIN	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	40956.368120	1E-4
COMB_18	N	MAX	61568.182426	1E-4
COMB_14	DX	MAX	22116953.60	1E-4
COMB_16	DX	MIN	-24000088.65427	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_15	\
N	MAXI_ABS	COMB_15	\
DY	MAXI_ABS	75000,0	1E-4
DY	MAXI_ABS	COMB_18	\
DY	MAXI_ABS	75000,0	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : 3D , COQUE_3D , POU_D_ E , GRILLE_MEMBRANE , DIS_TR.

9.2 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_12	n7_MAX	1,0	1E-4
COMB_12	n8_MIN	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	3646189,039155	1E-4
COMB_18	N	MAX	5470483,558733	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	7404935,67179	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-1934973,928662	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_15	\
VZ	MAX	COMB_15	\
SIXX	MAXI_ABS	9004444,56838	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_15	\
SIYY	MAXI_ABS	224851,592612	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

10 Modélisation H

10.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : 3D, DKT, POU_D_E, GRILLE_EXCENTRE, DIS_TR .

10.2 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_12	n8_MIN	1,0	1E-4
COMB_12	n7_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	3817749,70737	1E-4
COMB_18	N	MAX	5727824,56105	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	14132937,1036	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-14009367,37807	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_15	\
N	MAX	COMB_15	\
SIXX	MAXI_ABS	20824397,75389	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_5	\
SIYY	MAXI_ABS	153670,2751	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques du modèle

On utilise la macro-commande COMBINAISON_CHARGE pour un mélange des modèles : 3D, COQUE_3D, 2D_BARRE, GRILLE_MEMBRANE, DIS_TR .

11.2 Grandeurs testées et résultats

On teste dans la table des coefficients des combinaisons « COEF_COMB » :

INTITULE	Grandeur	Référence	Tolérance (%)
COMB_12	n8_MIN	1,0	1E-4
COMB_12	n7_MAX	1,0	1E-4

On teste dans la table des résultats des combinaisons « CALC_COMB » :

INTITULE	CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
COMB_13	N	MAXI_ABS	1381778,65580	1E-4
COMB_18	N	MAX	2073867,9837	1E-4
COMB_14	SIXX	MAX	19896905,5023	1E-4
COMB_16	SIXX	MIN	-20936369,92135	1E-4

On teste dans la table d'enveloppe des combinaisons « EXTREMA » :

CMP	EXTREMA	Référence	Tolérance (%)
N	MAX	COMB_15	\
VY	MAX	COMB_1	\
SIXX	MAXI_ABS	22324469,701	1E-4
SIYY	MAXI_ABS	COMB_15	\
SIYY	MAXI_ABS	630353,05368	1E-4

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

12 Synthèse des résultats

Les modélisations valident que le plupart des éléments de structure sont compatibles avec la macro-commande COMBINAISON_CHARGE.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)