

SSLS146 - Calcul de ferrailage sur un bâtiment complet

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la nouvelle macro commande COMBINAISON_FERRAILLAGE, qui calcule la densité de ferrailage dimensionnante entre plusieurs cas de chargement. Le calcul est effectué sur un bâtiment complet.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La structure utilisée est décrite en [1]. Les renforcements horizontaux sont réalisés avec des voiles planes. Le modèle a été créé à partir d'une géométrie BIM.

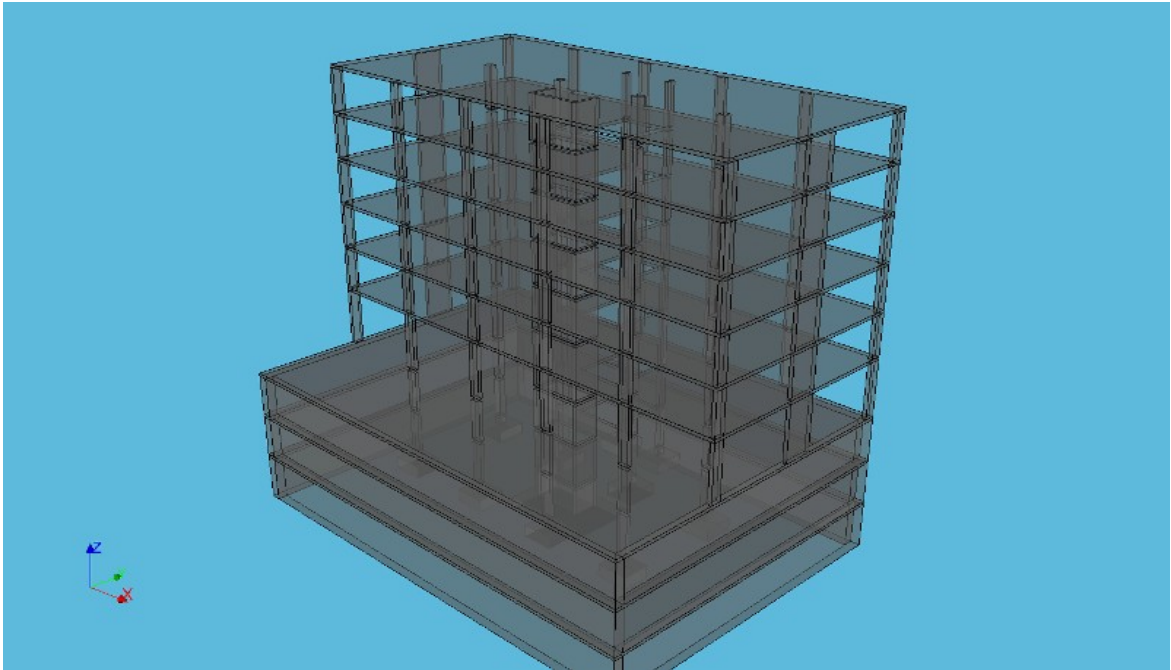


Figure 1: Géométrie BIM de la structure

Sur cette base, on obtient une géométrie adaptée pour un calcul aux éléments finis (Figure 2 : Géométrie avec éléments de structure 1D et 2D).

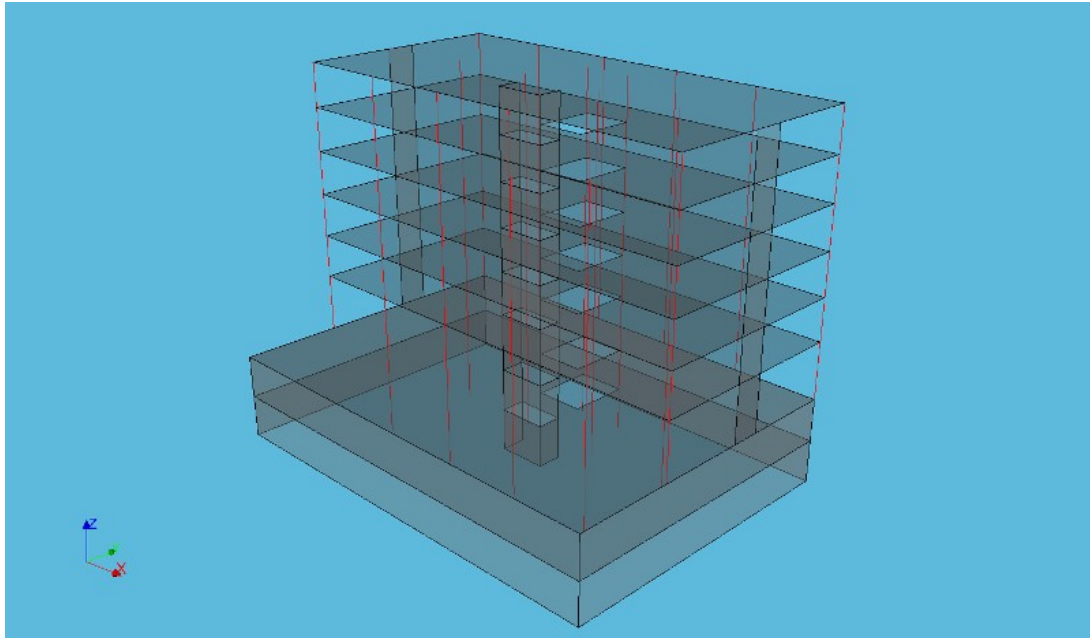


Figure 2:

Géométrie de la structure avec éléments de structure 2D et 1D.

1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- $E = 30000 \text{ MPa}$
- $\nu = 0,3$

Les propriétés matériau nécessaires au calcul du ferrailage sont les suivantes (calcul effectué à l'ELU fondamental) :

- Module d'élasticité de l'acier : $E_s = 210000 \text{ MPa}$
- Enrobages inférieur et supérieur : $c_{inf} = c_{sup} = 4 \text{ cm}$
- Résistance caractéristique à la compression du béton : $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
- Limite élastique de l'acier (valeur caractéristique) : $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Coefficient de sécurité de l'acier (ELU fondamental) : $\gamma_s = 1.15$
- Coefficient de sécurité du béton (ELU fondamental) : $\gamma_b = 1.5$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les voiles du groupe BOUNDARY_WALL ont été bloquées en déplacement : $DX = DY = DZ = 0$ (Figure 4.).

Les poteaux du groupe BOUNDARY_COLUMNS ont été encastrés : $DX = DY = DZ = DRX = DRY = DRZ = 0$ (Figure 3.).

Le chargement appliqué est le poids propre des planchers (groupes "GrSLAB...") en utilisant FORCE_COQUE et en considérant toujours la même épaisseur.

Chaque étage a été calculé séparément pour générer une combinaison qui n'excite qu'un seul plancher à la fois.

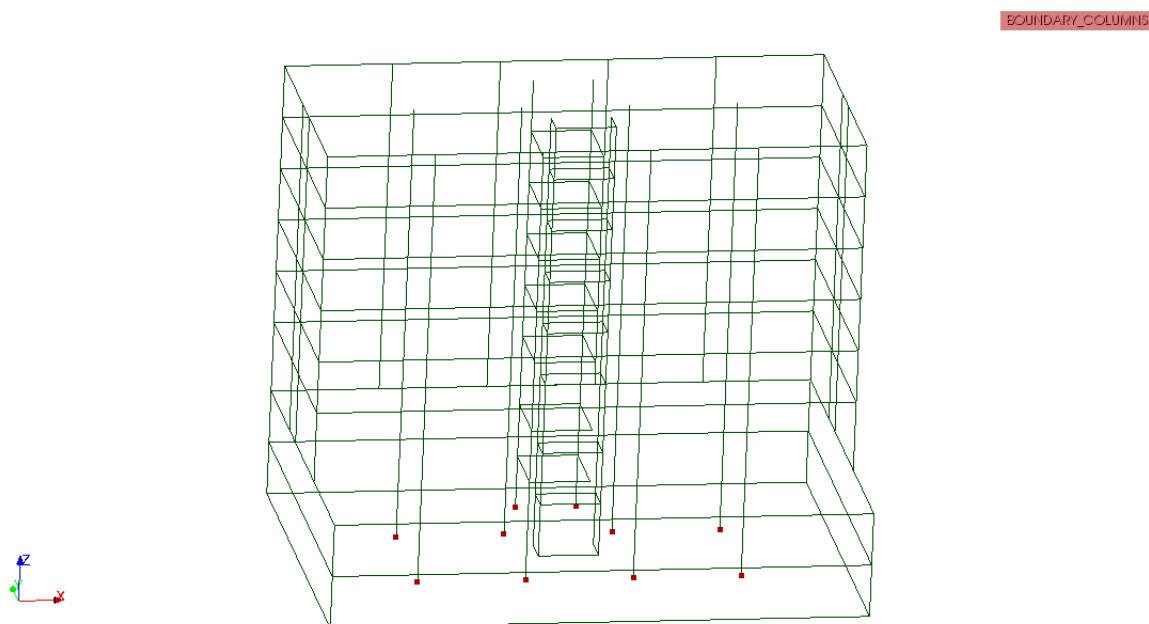


Figure 3: Encastrement des poteaux (groupe BOUNDARY_COLUMNS)

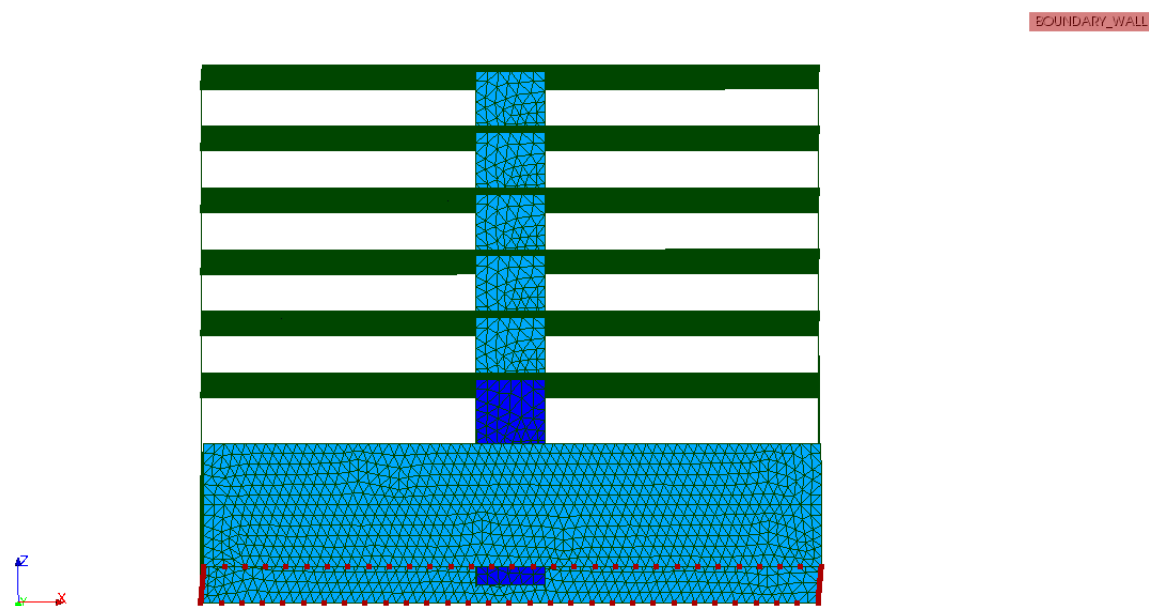


Figure 4: Blocage des voiles (groupe BOUNDARY_WALL)

1.4 Conditions initiales

La structure est initialement au repos.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

L'étude utilise indirectement CALC_FERRAILLAGE, qui exploite la méthode de calcul de densité d'armatures décrite par [2].

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Propriétés des éléments surfaciques :

- Planchers, groupe GrGeomSLAB_21 : épaisseur 21 cm
- Voiles, groupe GrGeomWALL_60 : épaisseur 60 cm
- Voiles, groupe GrGeomWALL_25 : épaisseur 25 cm

Propriétés des éléments linéiques :

- Poteaux, groupe GrGeomCOLUMN_25_70, section rectangulaire : 25x70 cm
- Poteaux, groupe GrGeomCOLUMN_25_50, section rectangulaire : 25x50 cm
- Poteaux, groupe GrGeomCOLUMN_50_50, section rectangulaire : 50x50 cm

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution de non régression.

2.4 Références bibliographiques

- [1] F. Biasioli, G. Mancini, M. Just, M. Curbach, J. Walraven, S. Gmainer, J. Arrieta, R. Frank, C. Morin, F. Robert "EUROCODE 2: BACKGROUND & APPLICATIONS - DESIGN OF CONCRETE BUILDINGS, worked examples"
- [2] Alain CAPRA, Jean-François MAURY "Calcul automatique du ferrailage optimal des plaques ou coques en béton armé"

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Pour les éléments surfaciques, on utilise des éléments DKT.

Pour les éléments linéiques, on utilise des éléments POU_D_E (Poutres d'Euler-Bernoulli).

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage utilise des éléments triangulaires (9372) pour les surfaces et 2496 segments pour les poutres.

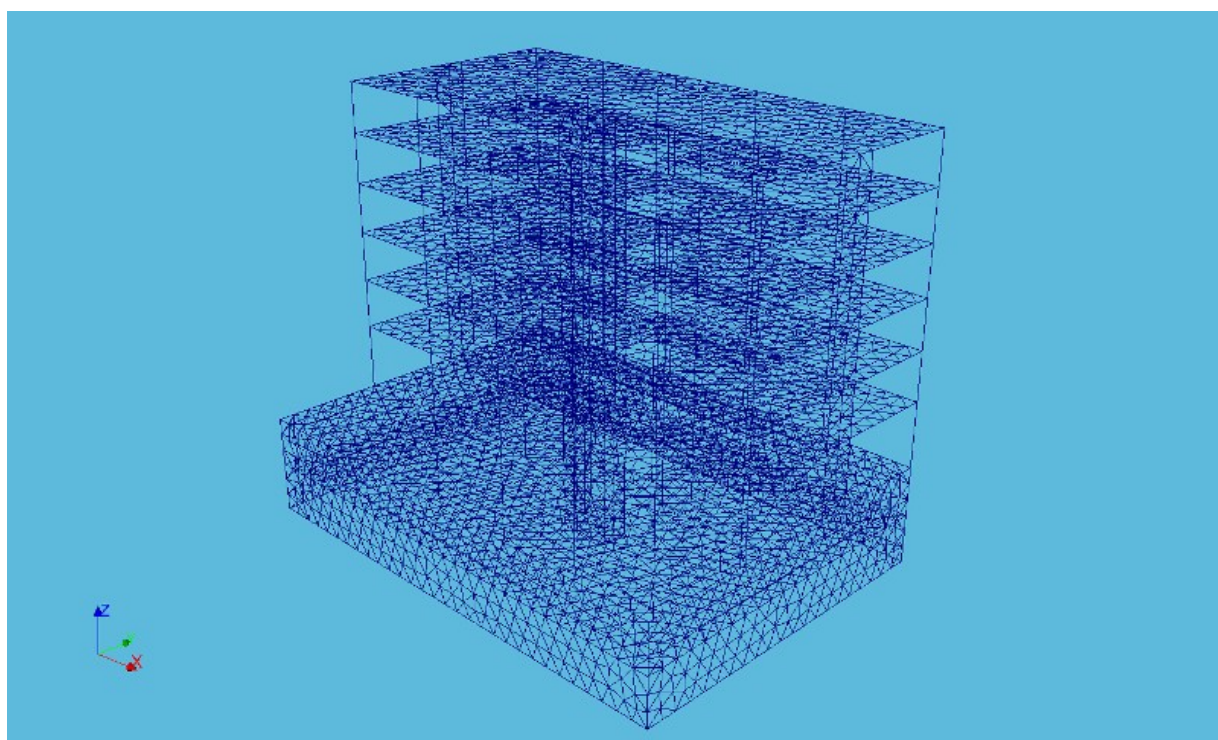


Figure 5: Maillage de la structure

3.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont relatives à des mailles dans la même position de chaque plancher aux différents étages.

Identification	Type de référence
Maille M3452 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M4511 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M5114 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M5960 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M6815 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M7652 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'
Maille M8601 - DNSXS Cas 'COMB_DIME_ACIER'	'NON_REGRESSION'

On vérifie aussi que la combinaison dimensionnante est bien celle du cas correspondant à chaque plancher.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Maille M3452 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	1	10^{-6}
Maille M4511 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	2	10^{-6}
Maille M5114 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	3	10^{-6}
Maille M5960 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	4	10^{-6}
Maille M6815 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	5	10^{-6}
Maille M7652 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	6	10^{-6}
Maille M8601 Cas 'COMB_DIME_ORDRE'	'ANALYTIQUE'	7	10^{-6}

4 Synthèse des résultats

Les images montrent les ferrailages calculés pour les différents cas de chargement et pour la combinaison dimensionnante.

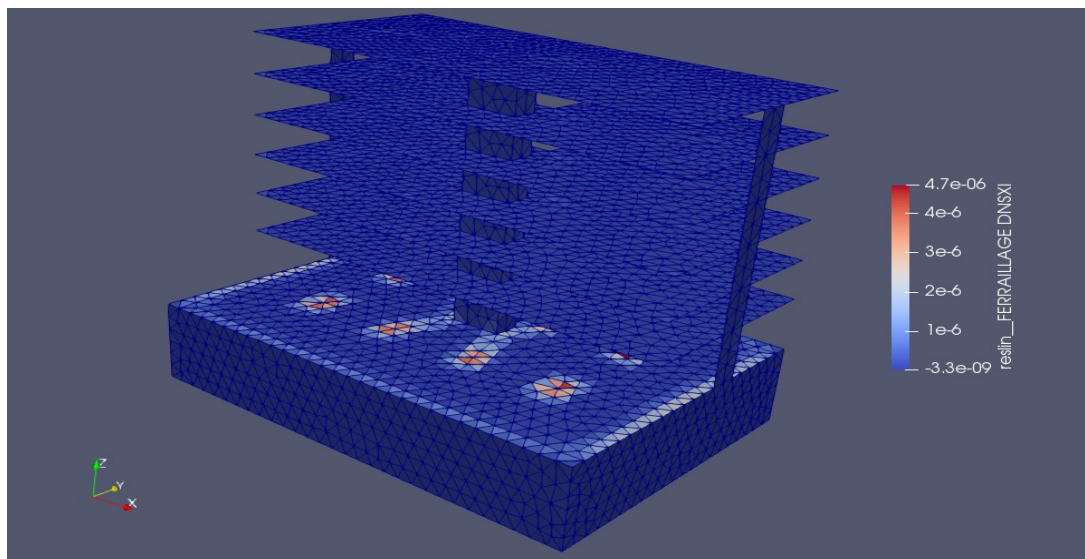


Figure 6: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 1

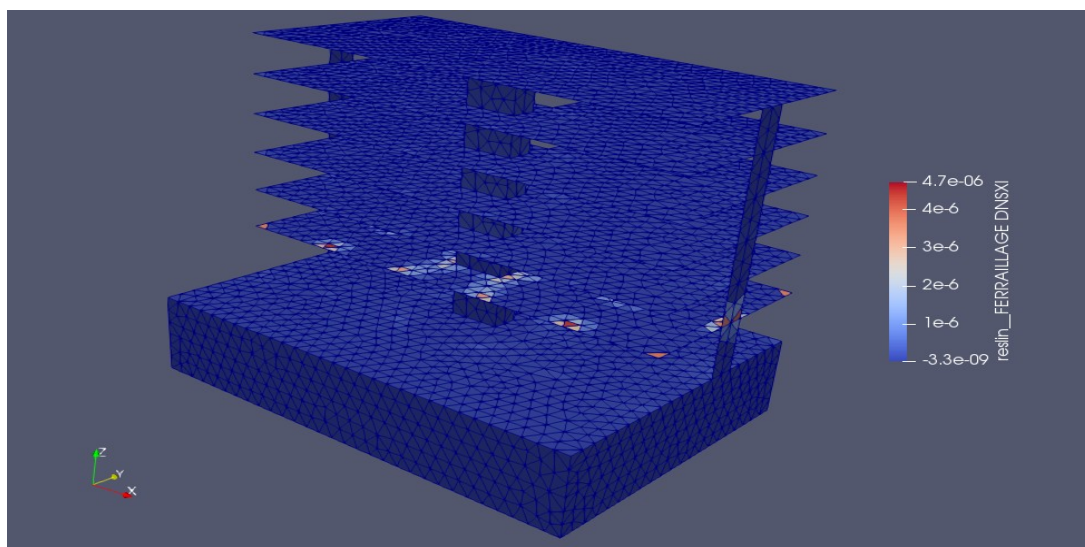


Figure 7: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 2

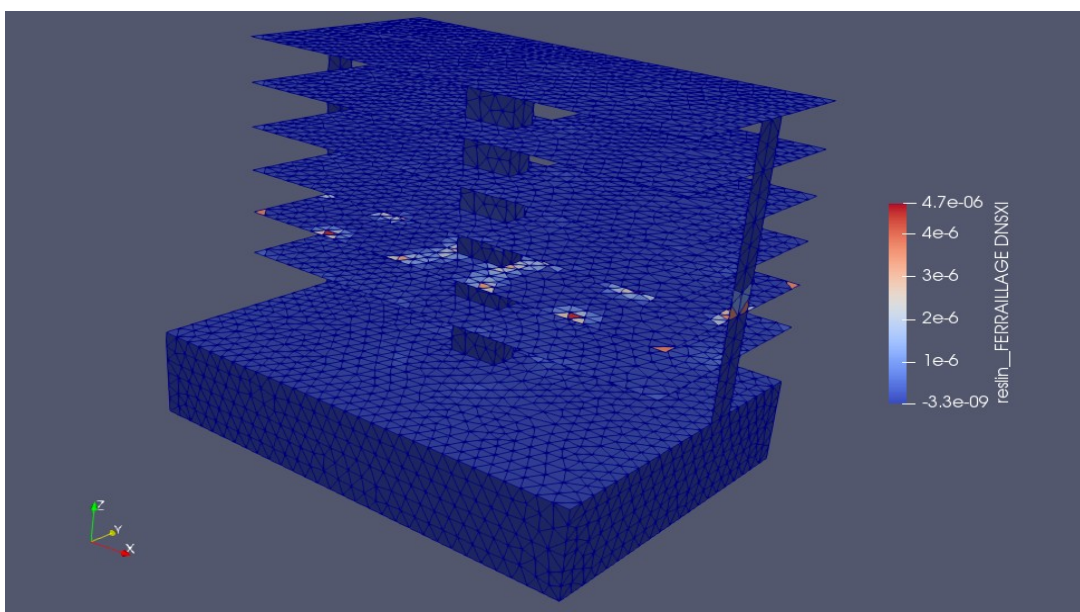


Figure 8: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 3

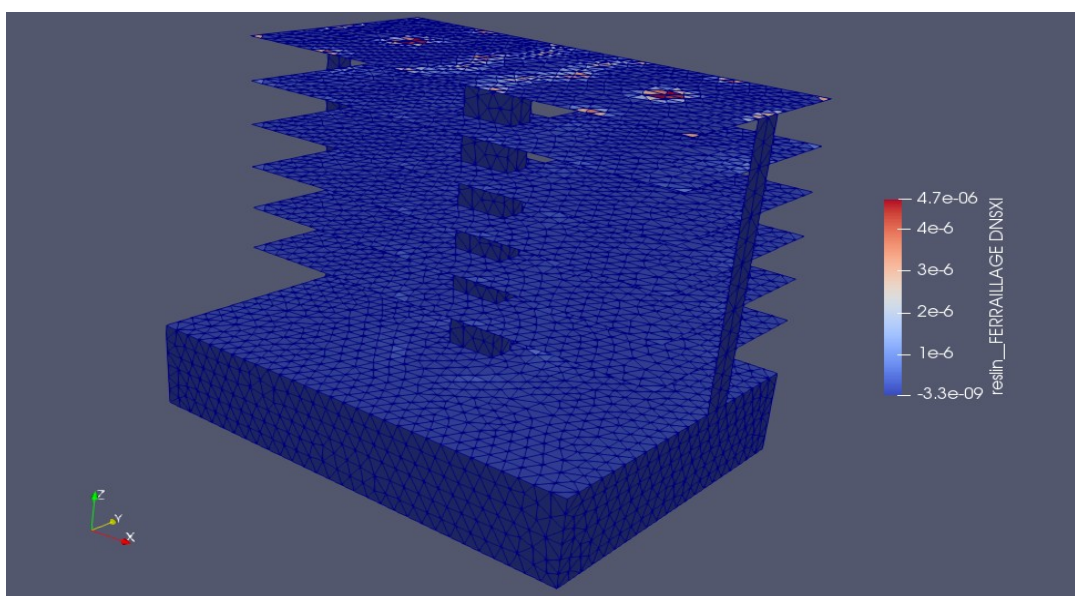


Figure 9: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 7

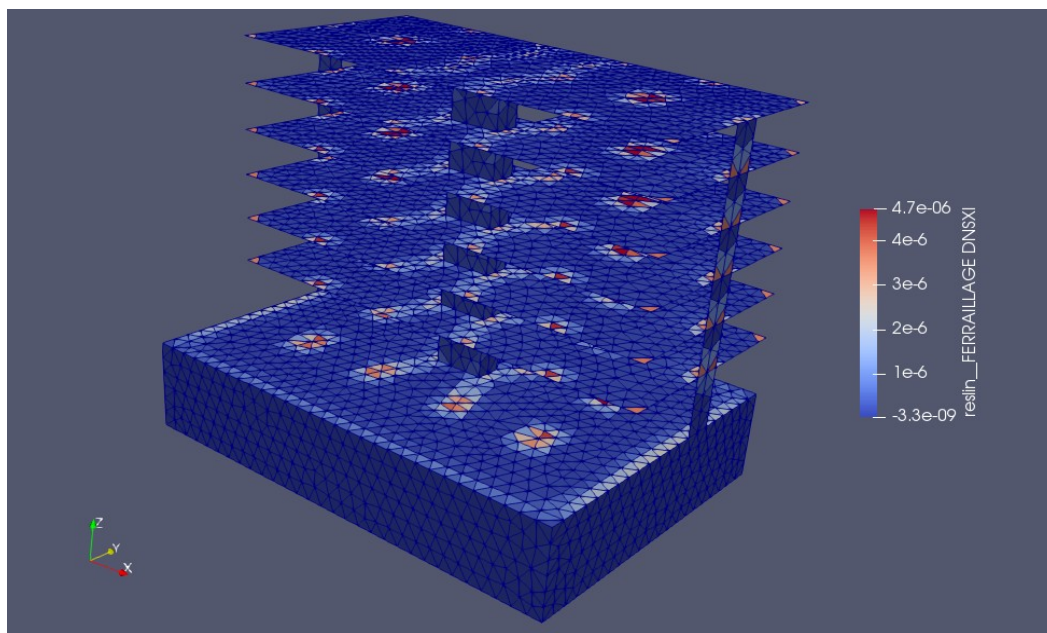


Figure 10: Densité de ferrailage DNSXI (combinaison dimensionnante)

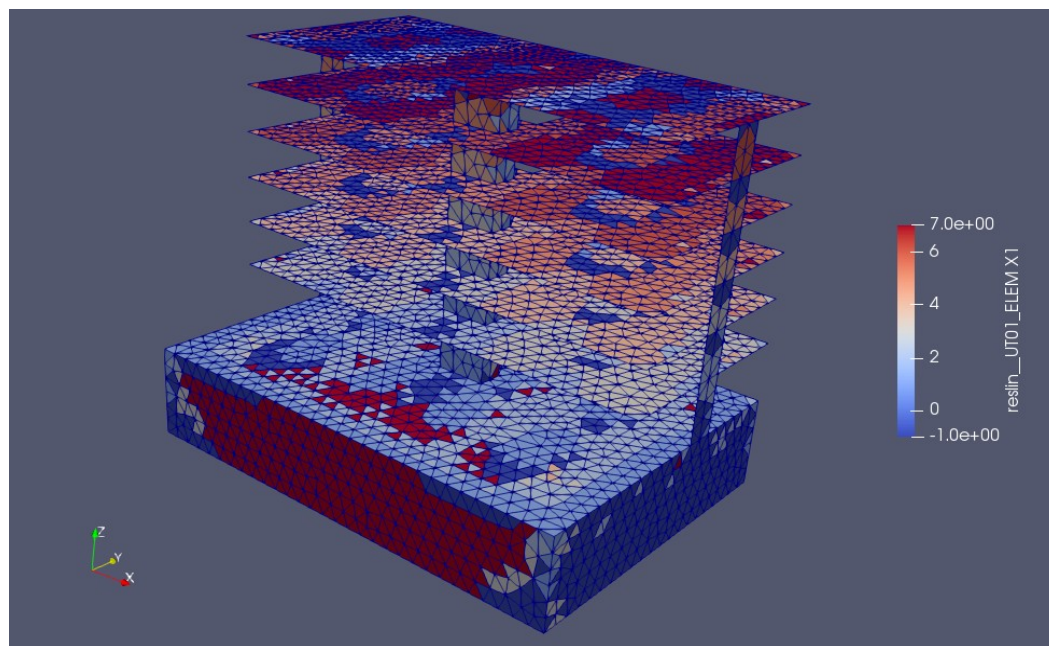


Figure 11: Numéro d'ordre de la combinaison dimensionnante