

## 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.

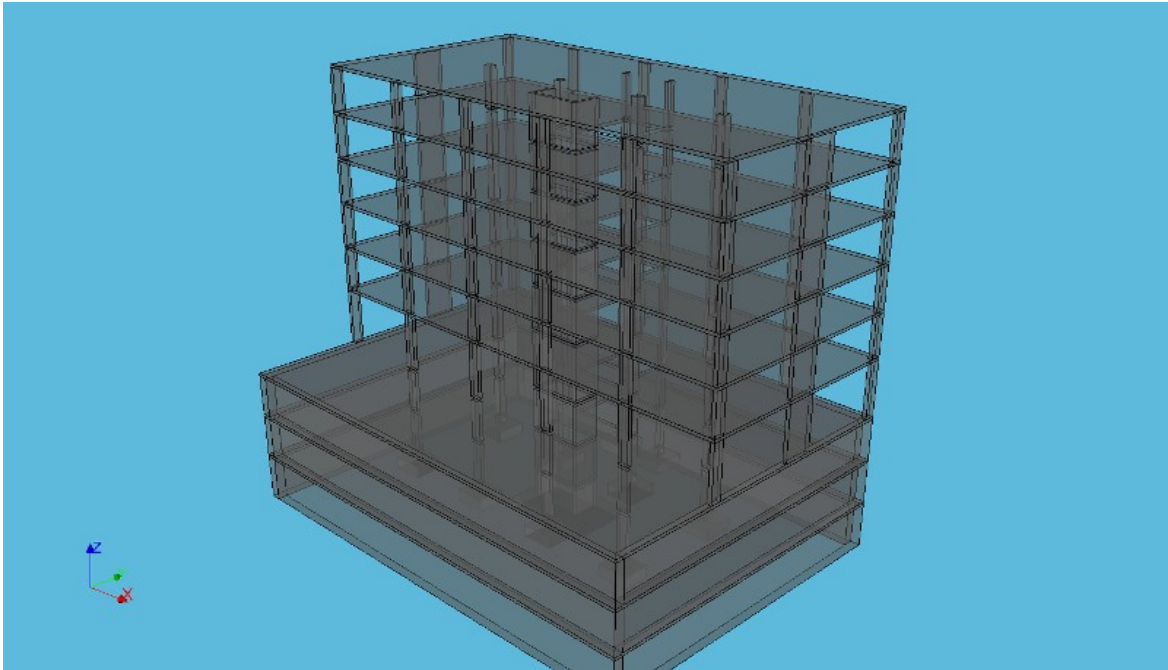


Figure 1: Géométrie BIM de la structure

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

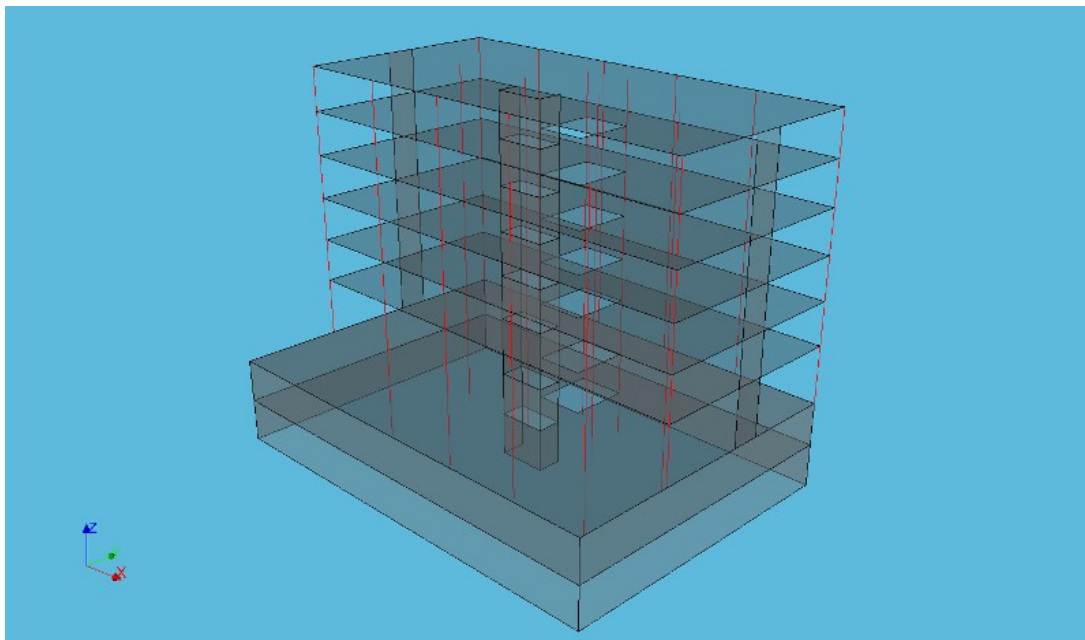


Figure 2:

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.

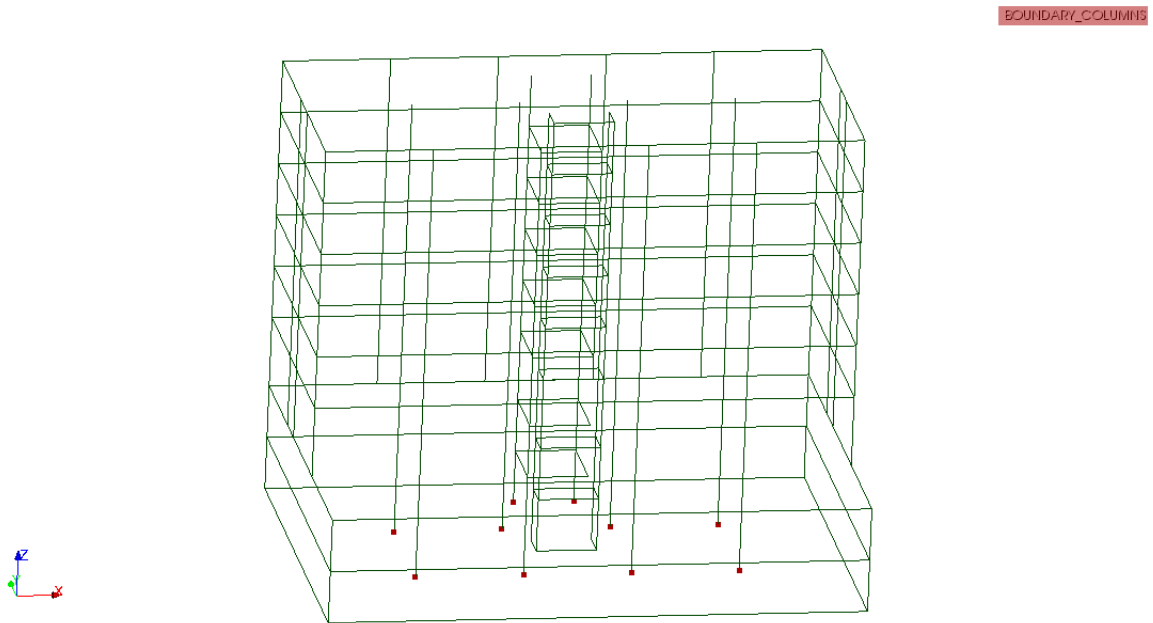


Figure 3: Encastrement des poteaux (groupe BOUNDARY\_COLUMNS)

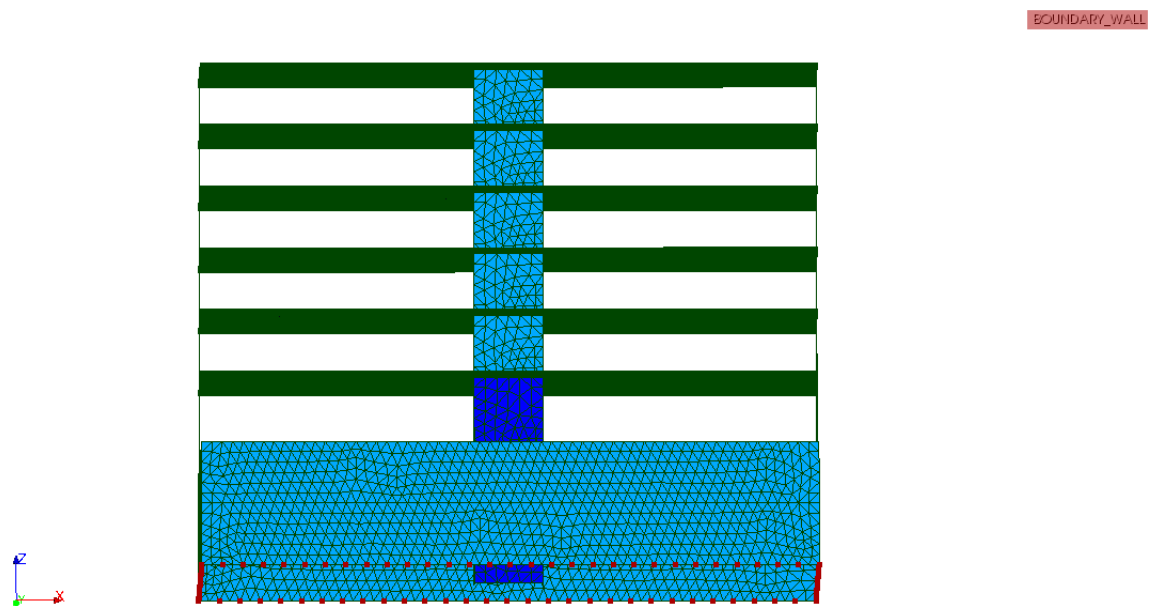


Figure 4: Blocage des voiles (groupe BOUNDARY\_WALL)

## 1.4 Conditions initiales

La structure est initialement au repos.

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

L'étude utilise indirectement CALC\_FERRAILAGE, 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.

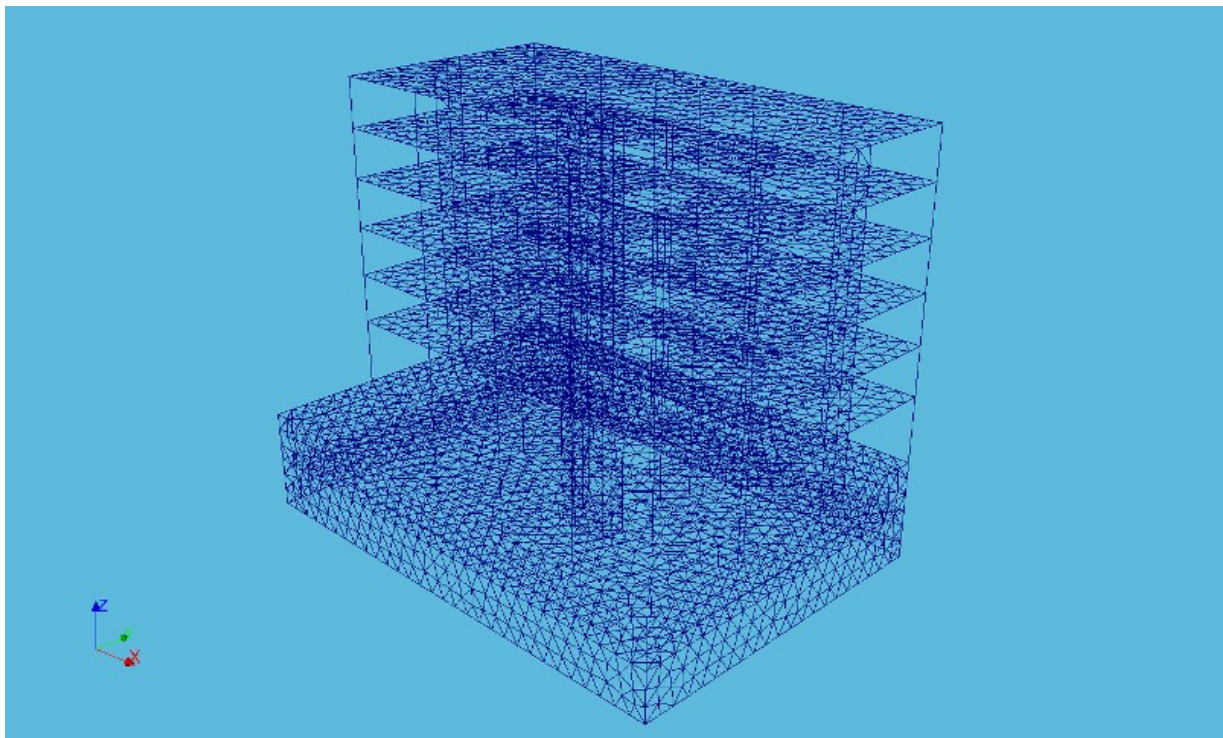


Figure 5: Maillage de la structure

## 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.

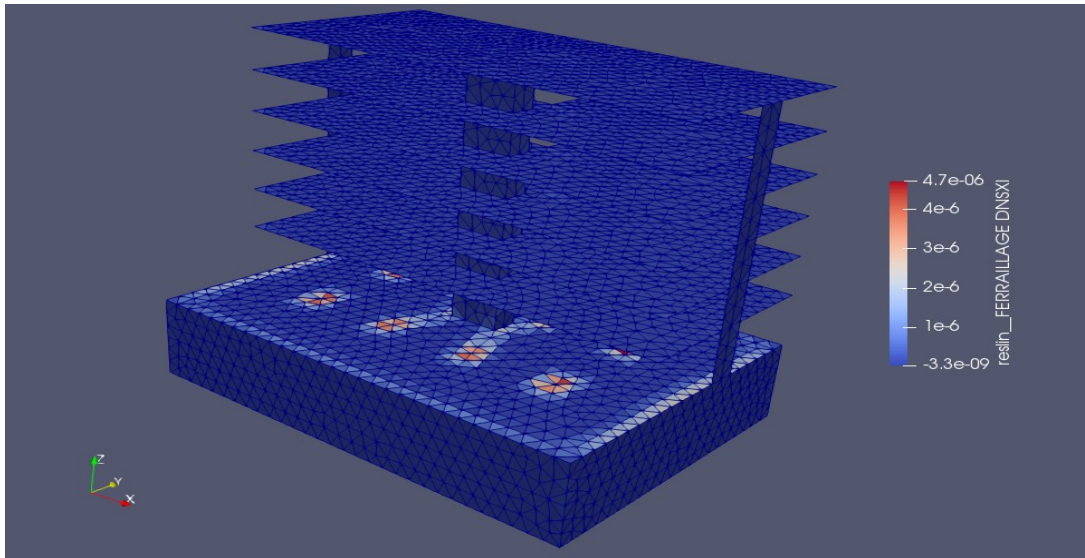


Figure 6: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 1

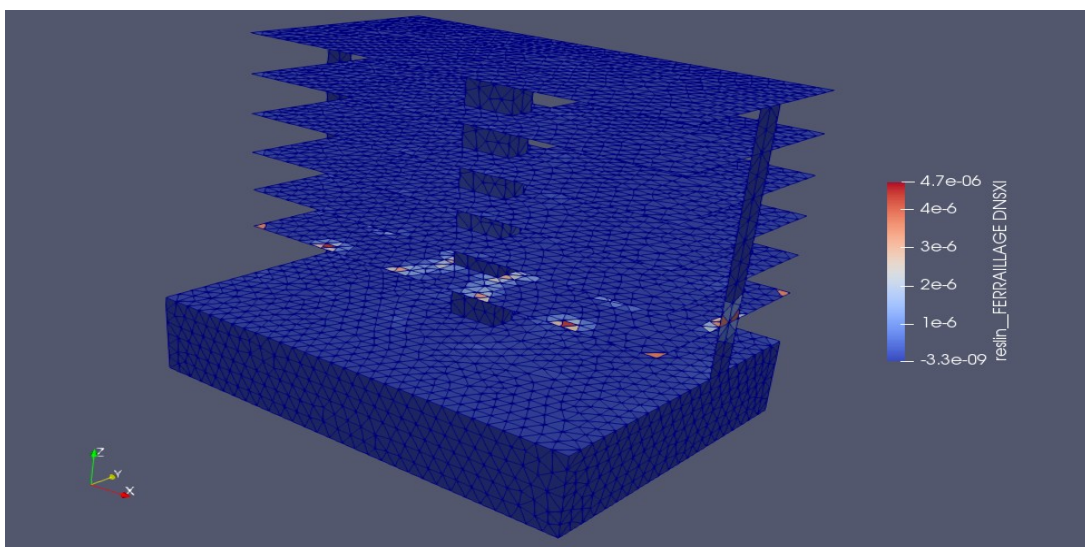


Figure 7: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 2



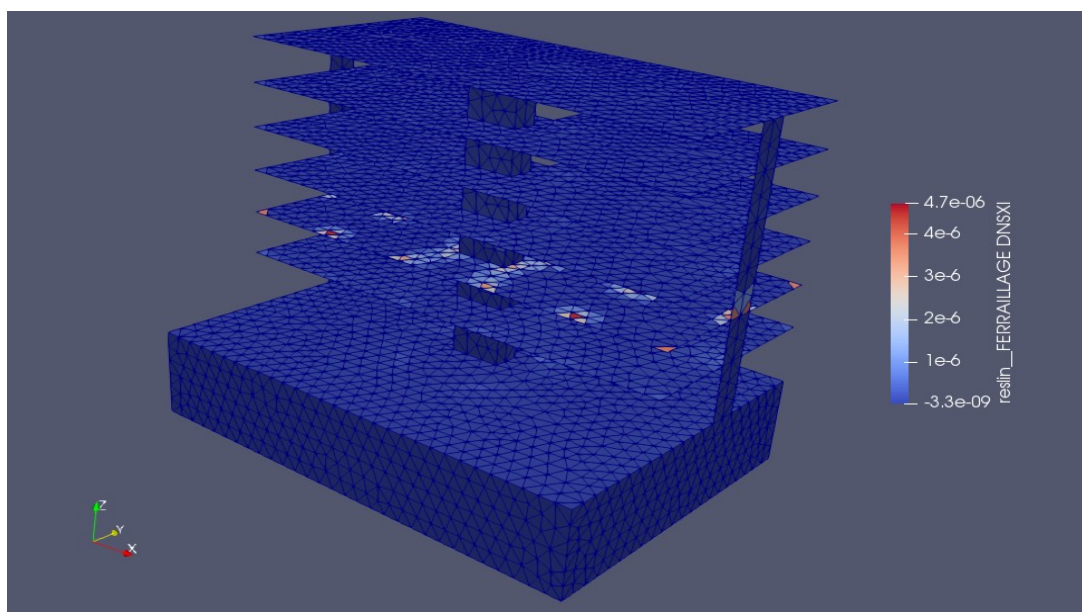


Figure 8: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 3

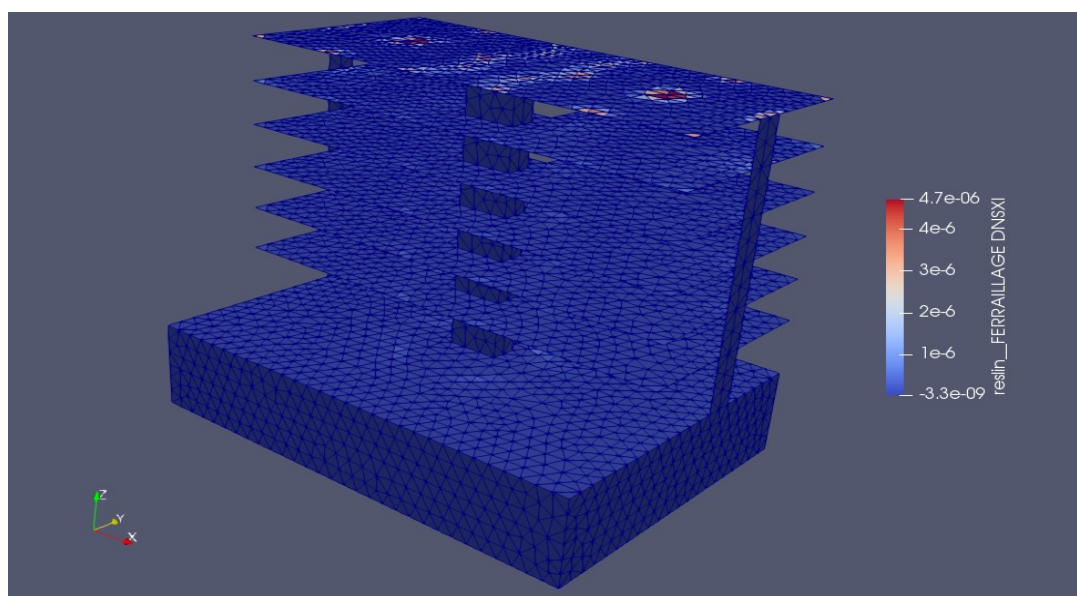


Figure 9: Densité de ferrailage DNSXI pour le cas 7

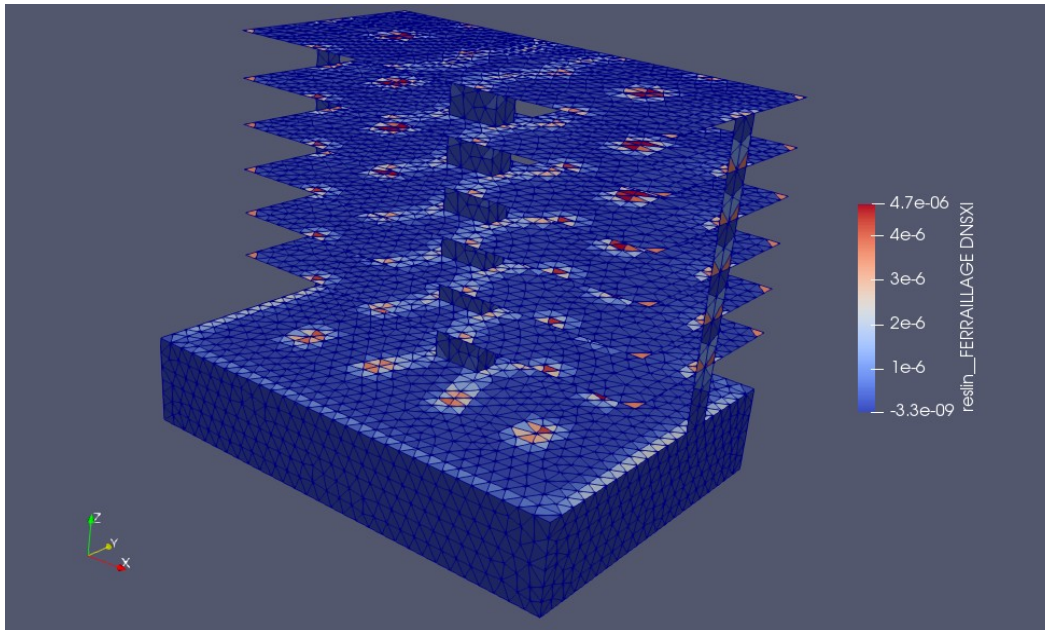


Figure 10: Densité de ferrailage DNSXI (combinaison dimensionnante)

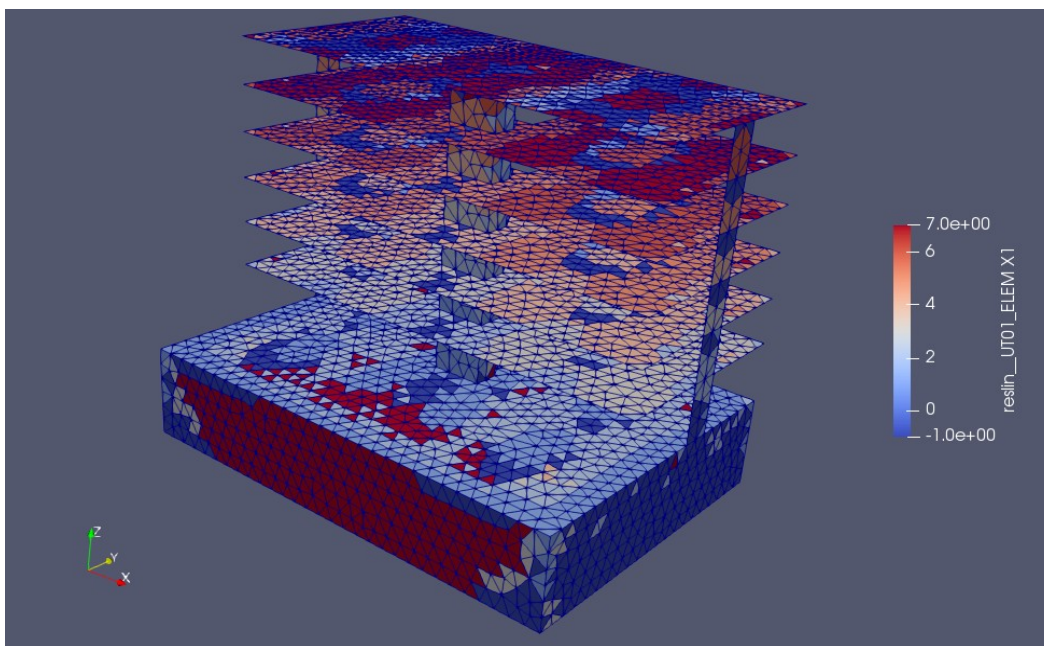


Figure 11: Numéro d'ordre de la combinaison dimensionnante