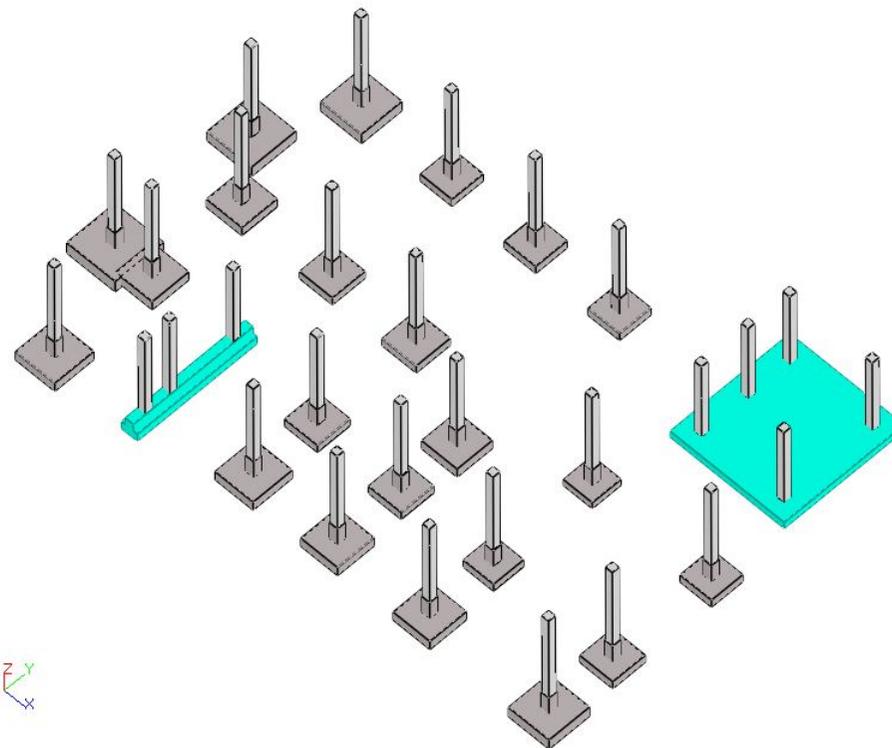


# Radiers et Semelles Filantes

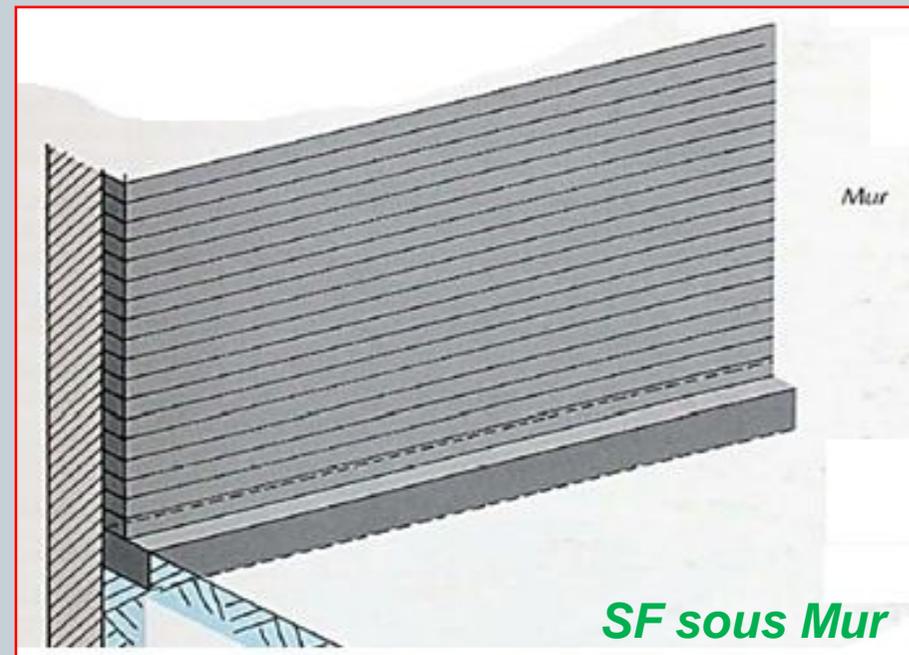
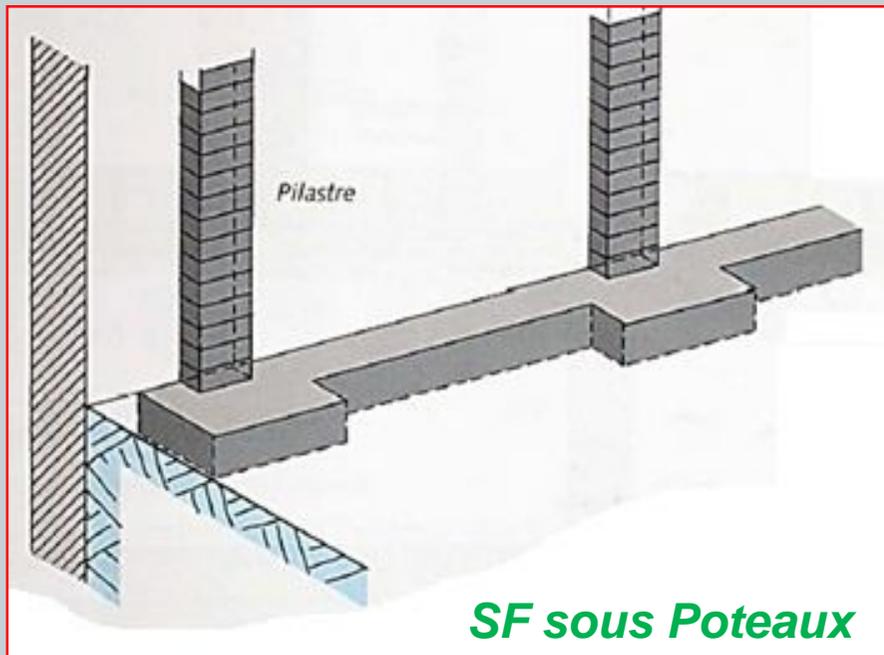


# Types des Semelles Filantes



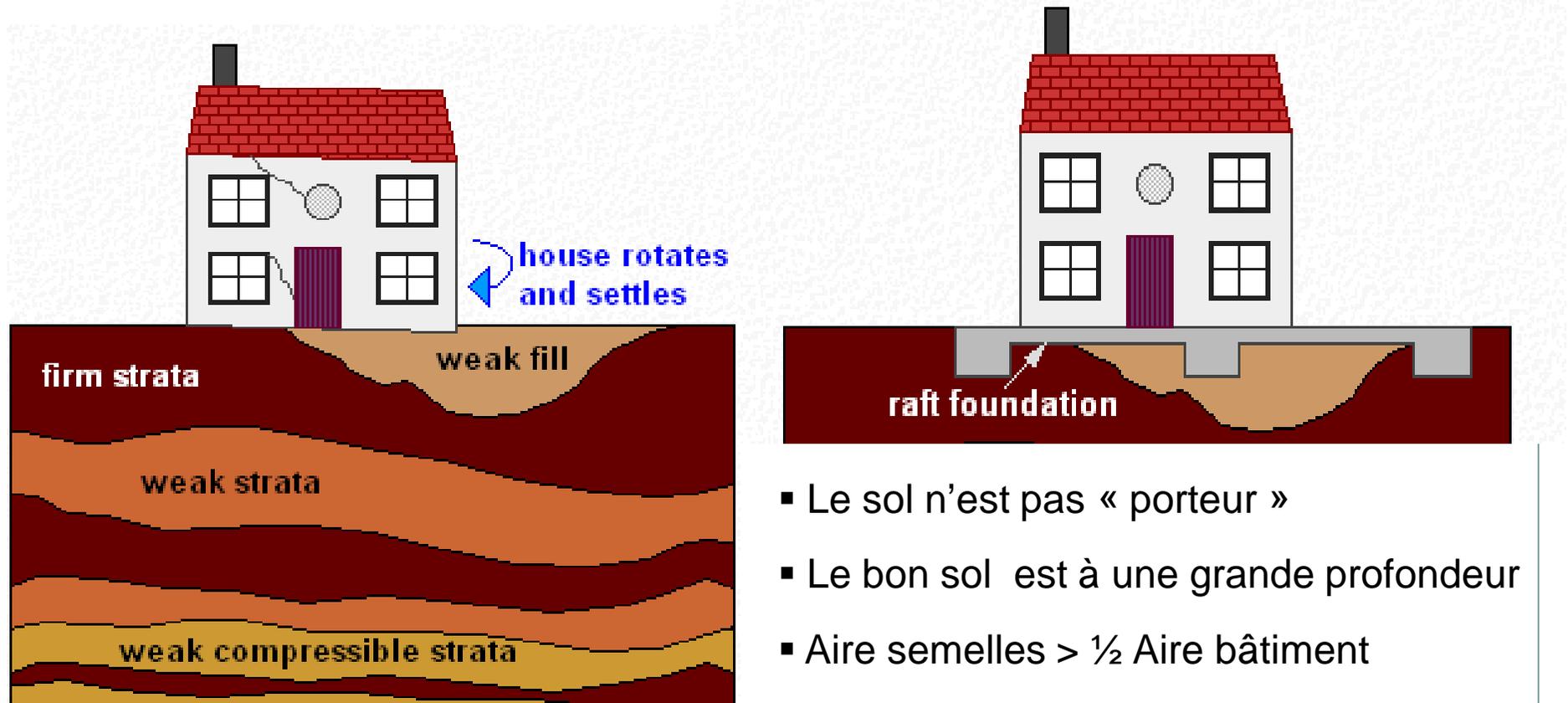
Dimensionnement pas aisé  
(élastique)

Dimensionnement revient à une  
semelle ponctuelle ( $1\text{m} \times B$ )



Il y a donc une grande différence dans les calculs selon le type de la semelle filante

## Utilisation du Radier



- Le sol n'est pas « porteur »
- Le bon sol est à une grande profondeur
- Aire semelles > ½ Aire bâtiment

**Radier** = Dalle en béton armé servant de fondation

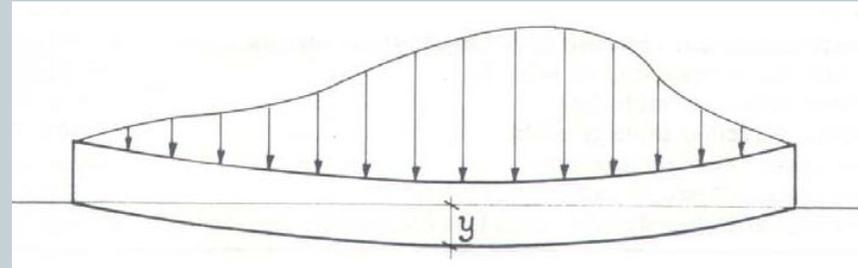
# Mise en Œuvre



# Méthode du calcul élastique



Le calcul des semelles filantes et radier (sur appuis élastique) suppose que le déplacement vertical en chaque point est proportionnel à la réaction du sol.



$$C = \frac{q}{by}$$

$C$  : coefficient de réaction élastique du sol ( $t/m^3$ )  
 $q$  : densité linéaire de réaction du sol  
 $y$  : déplacement vertical de la section considérée  
 $b$  = largeur

Terzaghi a donné un mode d'évaluation du coefficient  $C$  basé sur la connaissance expérimentale, d'un coefficient  $C_{30}$  intéressant une plaque carrée de 30 cm d'arête.

$$C = \frac{E}{f \sqrt{S}}$$

$E$  : Module d'élasticité du sol ( $t/m^2$ )  
 $S$  : Surface de la fondation en  $m^2$   
 $f$  : Coefficient sans dimension dépendant de la surface du sol, que l'on peut prendre égal à 0,4 en première approximation.

# Méthode du calcul élastique



Le calcul des semelles filantes et  
radier  
suppo  
en cha  
la réac

TABLEAU I. — Récapitulatif des différentes valeurs de  $C$

<i>Nature du sol</i>	$C$ (t/m <sup>3</sup> )
1 terrain légèrement tourbeux et marécageux	500- 1 000
2 terrain essentiellement tourbeux et marécageux	1 000- 1 500
3 sable fin	1 000- 1 500
4 remblais d'humus, sable et gravier	1 000- 2 000
5 sol argileux détrempé	2 000- 3 000
6 sol argileux humide	4 000- 5 000
7 sol argileux sec	6 000- 8 000
8 sol argileux très sec	10 000
9 terrain compacté contenant de l'humus du sable et peu de pierres	8 000-10 000
10 même nature que ci-dessus avec beaucoup de pierres	10 000-12 000
11 gravier fin et beaucoup de sable fin	8 000-10 000
12 gravier moyen et sable fin	10 000-12 000
13 gravier moyen et sable grossier	12 000-15 000
14 gros gravier et sable grossier	15 000-20 000
15 gros gravier et peu de sable	15 000-20 000
16 gros gravier et peu de sable mais très compacté	20 000-25 000

égal à 0,4 en première approximation.

sance  
d'arête

$C =$

/m<sup>3</sup>)

érée

onnais-  
30 cm

prendre

# Méthode du calcul élastique

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EI} \quad \text{et} \quad \frac{d^2 M}{dx^2} = -q(x) \quad \longrightarrow \quad \frac{d^4 y}{dx^4} = -\frac{q(x)}{EI} = -\frac{1}{EI}(p + ky).$$

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + ky + p = 0$$

$$\beta^4 = \frac{k}{4EI}$$

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + 4\beta^4 y + \frac{p}{EI} = 0$$

**Solution générale :**

$$y = Ae^{-\beta x} \cos \beta x + Be^{-\beta x} \sin \beta x + Ce^{\beta x} \cos \beta x + De^{\beta x} \sin \beta x.$$

$$y = A\theta(\beta x) + B\zeta(\beta x) + C\varphi(\beta x) + D\psi(\beta x)$$

**Conditions  
aux limites**



Résolution par calcul manuel très complexe (équation à 4 inconnus)  
Recours aux méthodes simplifiées (abaques de Wolfer/Bares)  
Recours aux programmes informatiques (MEF) tel que robot

## Méthode du ca

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EI} \quad \text{et} \quad \frac{d^2 M}{dx^2} = -q(x)$$

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + ky + p = 0 \quad \rightarrow \quad \beta^4 =$$

**Solution générale :**

$$y = Ae^{-\beta x} \cos \beta x + Be^{-\beta x} \sin \beta x$$

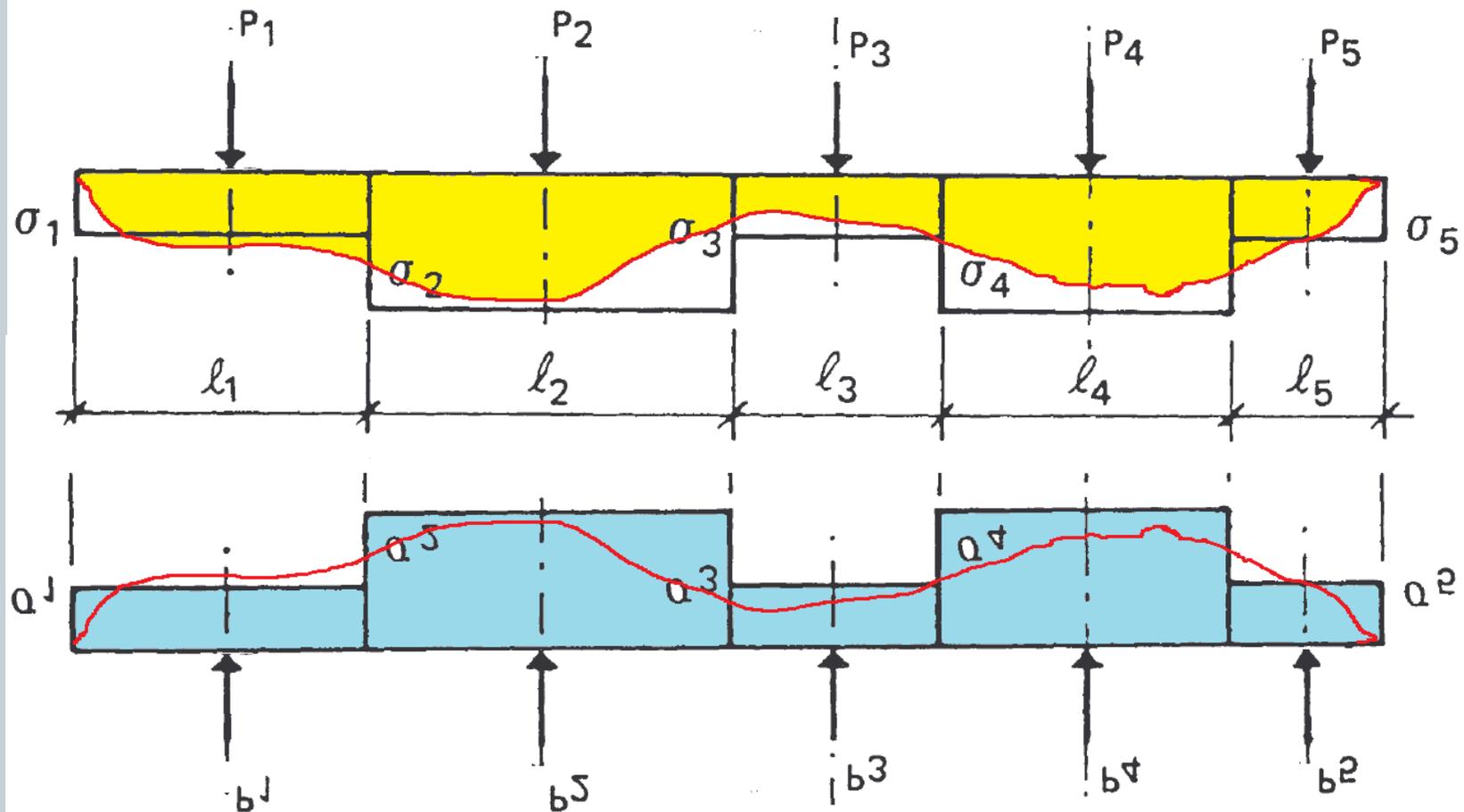
$$y = A\theta(\beta x) + B\zeta(\beta x) + C\varphi(\beta x)$$


**Résolution par calcul manuel très**  
**Recours aux méthodes simplifiées**  
**Recours aux programmes informa**

Selected Values of Terms Defined by Eqs. 5.2.7.

$\beta x$	$A_{\beta x}$	$B_{\beta x}$	$C_{\beta x}$	$D_{\beta x}$
0	1	0	1	1
0.02	0.9996	0.0196	0.9604	0.9800
0.04	0.9984	0.0384	0.9216	0.9600
0.10	0.9907	0.0903	0.8100	0.9003
0.20	0.9651	0.1627	0.6398	0.8024
0.30	0.9267	0.2189	0.4888	0.7077
0.40	0.8784	0.2610	0.3564	0.6174
0.50	0.8231	0.2908	0.2415	0.5323
0.60	0.7628	0.3099	0.1431	0.4530
0.70	0.6997	0.3199	0.0599	0.3798
$\pi/4$	0.6448	0.3224	0	0.3224
0.80	0.6354	0.3223	-0.0093	0.3131
0.90	0.5712	0.3185	-0.0657	0.2527
1.00	0.5083	0.3096	-0.1108	0.1988
1.10	0.4476	0.2967	-0.1457	0.1510
1.20	0.3899	0.2807	-0.1716	0.1091
1.30	0.3355	0.2626	-0.1897	0.0729
1.40	0.2849	0.2430	-0.2011	0.0419
1.50	0.2384	0.2226	-0.2068	0.0158
$\pi/2$	0.2079	0.2079	-0.2079	0
1.60	0.1959	0.2018	-0.2077	-0.0059
1.70	0.1576	0.1812	-0.2047	-0.0235
1.80	0.1234	0.1610	-0.1985	-0.0376
1.90	0.0932	0.1415	-0.1899	-0.0484
2.00	0.0667	0.1231	-0.1794	-0.0563
2.20	0.0244	0.0896	-0.1548	-0.0652
$3\pi/4$	0	0.0670	-0.1340	-0.0670
2.40	-0.0056	0.0613	-0.1282	-0.0669
2.60	-0.0254	0.0383	-0.1019	-0.0636
2.80	-0.0369	0.0204	-0.0777	-0.0573
3.00	-0.0423	0.0070	-0.0563	-0.0493
$\pi$	-0.0432	0	-0.0432	-0.0432
3.20	-0.0431	-0.0024	-0.0383	-0.0407
3.40	-0.0408	-0.0085	-0.0237	-0.0323
3.60	-0.0366	-0.0121	-0.0124	-0.0245
3.80	-0.0314	-0.0137	-0.0040	-0.0177
$5\pi/4$	-0.0279	-0.0139	0	-0.0139
4.00	-0.0258	-0.0139	0.0019	-0.0120
$3\pi/2$	-0.0090	-0.0090	0.0090	0
$2\pi$	0.0019	0	0.0019	0.0019

# Méthode du calcul élastique



# Influence des paramètres : rigidité de la fondation et compressibilité du sol

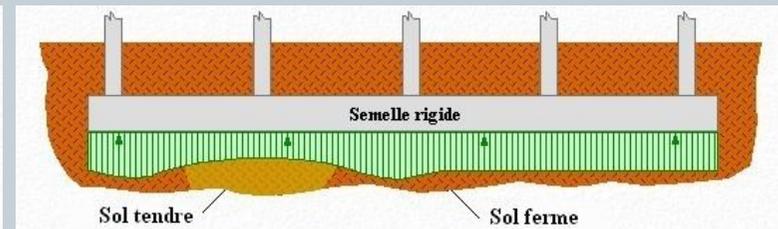
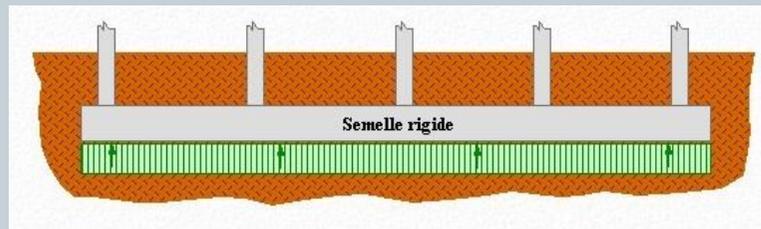


Il y a quatre cas possibles selon :

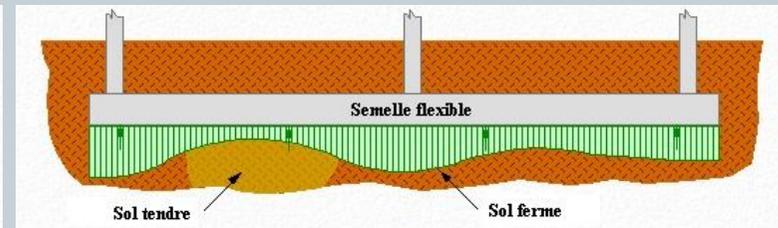
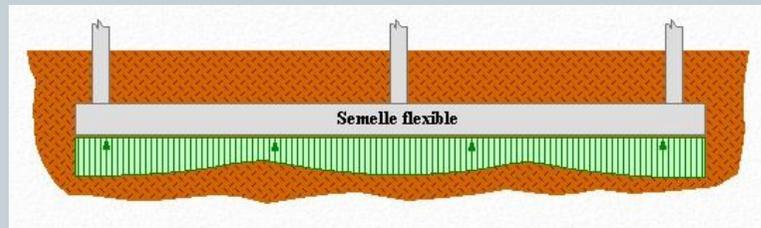
Sol Uniforme

Sol Variable

F. rigide

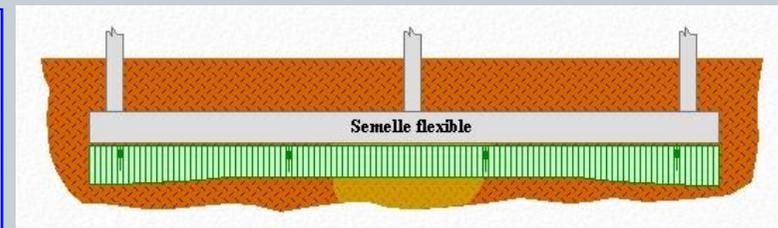


F. flexible



Fondation Rigide → épaisseur importante

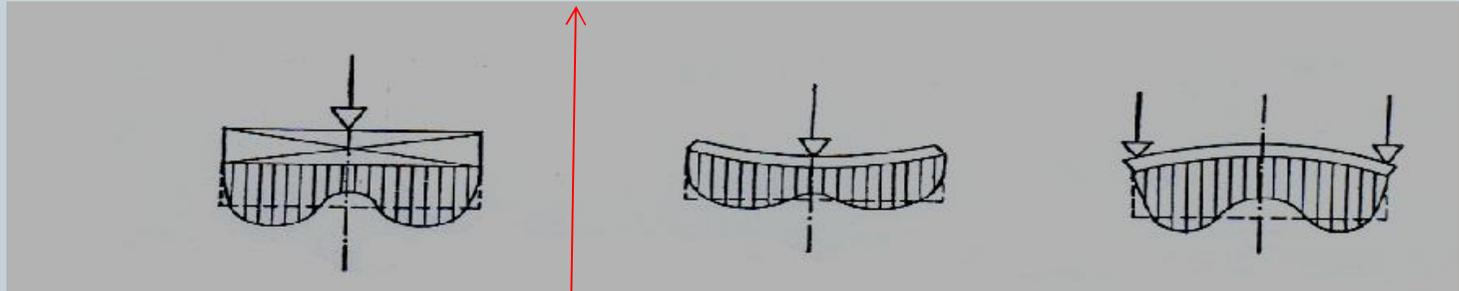
Fondation Flexible → (épaisseur -) & (acier +)  
→ réaction sol non linéaire  
→ appuis élastiques



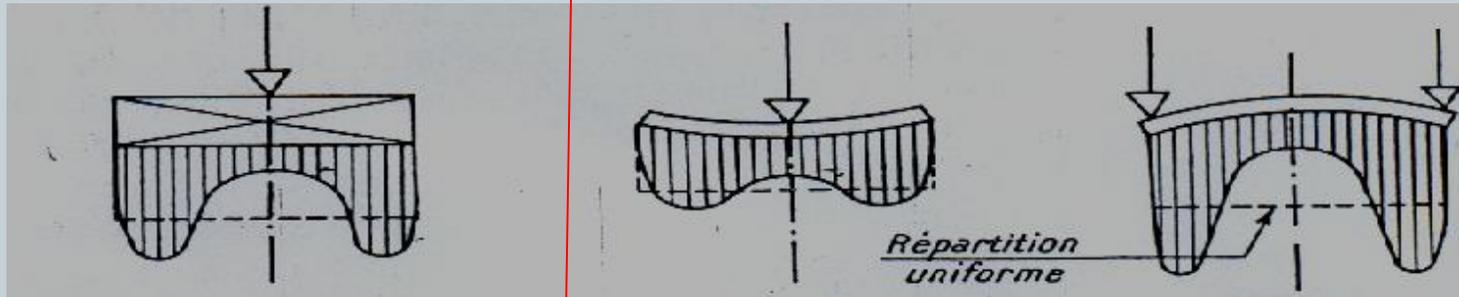
# Répartition des contraintes



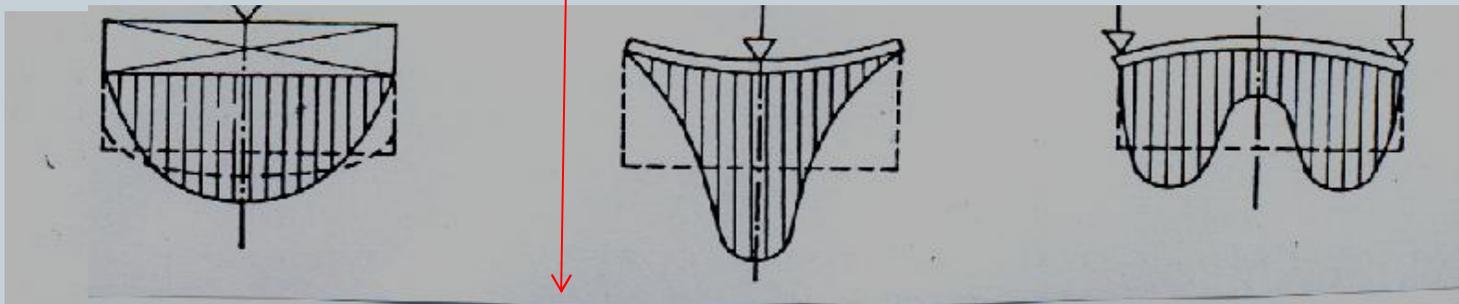
**SOL  
ROCHEUX**



**SOL  
COHÉRENTS**



**SOL  
PULVÉRULENT**



**SEMELLE RIGIDE**

**SEMELLE FLEXIBLE**

# Répartition des contraintes



**SOL  
ROCHEUX**

**SOL  
COHÉRENTS**

**SOL  
PULVÉRULENT**

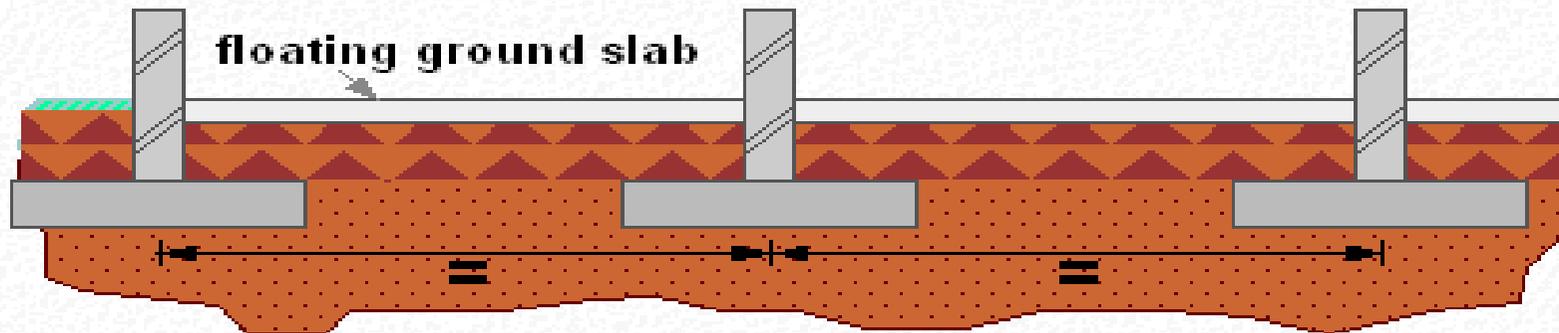
Récapitulatif des états de contrainte du sol sous semelle

		Sol pulvérulent	Sol cohérent	Sol rocheux ou Roche
<b>Rigide</b>	Répartition réelle			
	Répartition de calcul			
<b>Flexible</b>	Répartition réelle			
	Répartition de calcul			

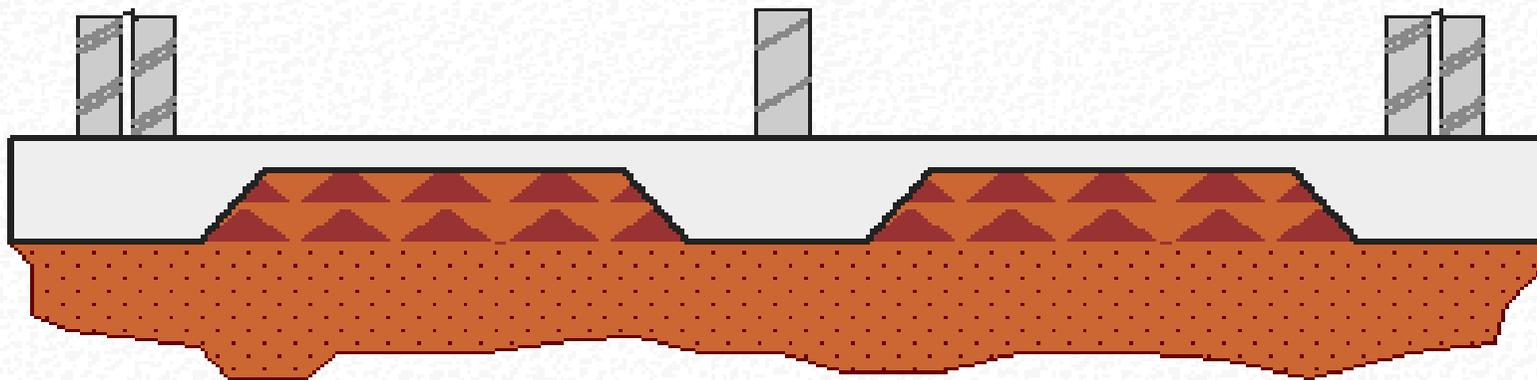
**SEMELLE RIGIDE**

**SEMELLE FLEXIBLE**

# Radier Nervuré



Individual strip footings

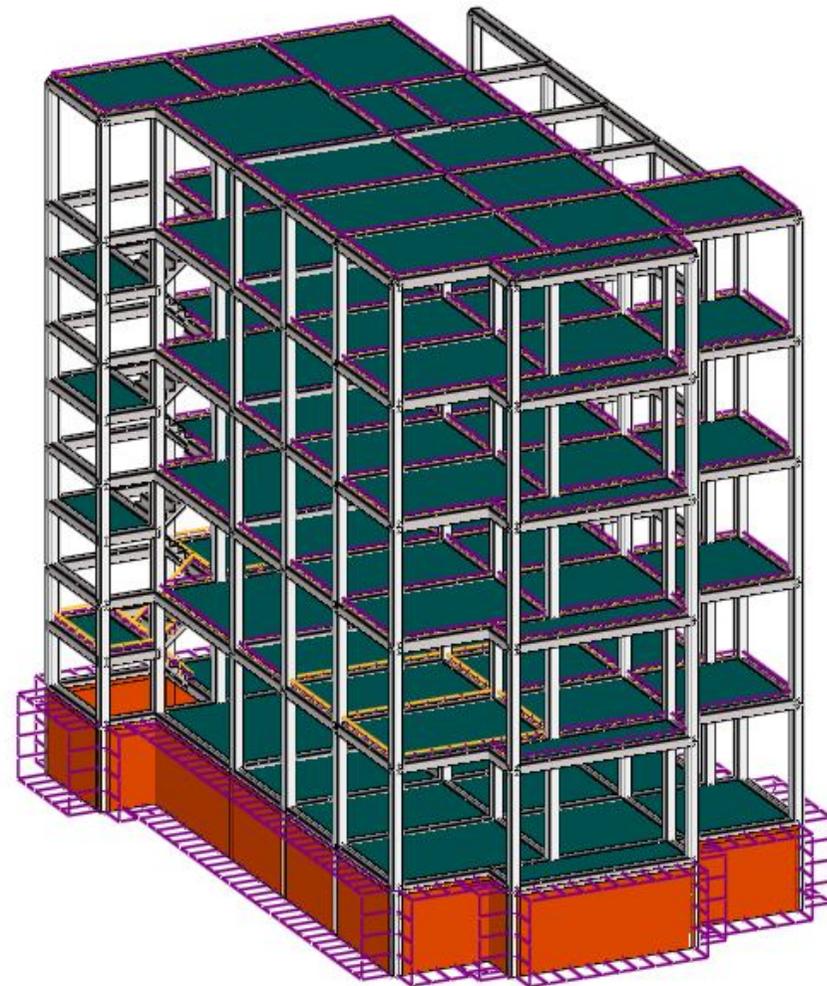
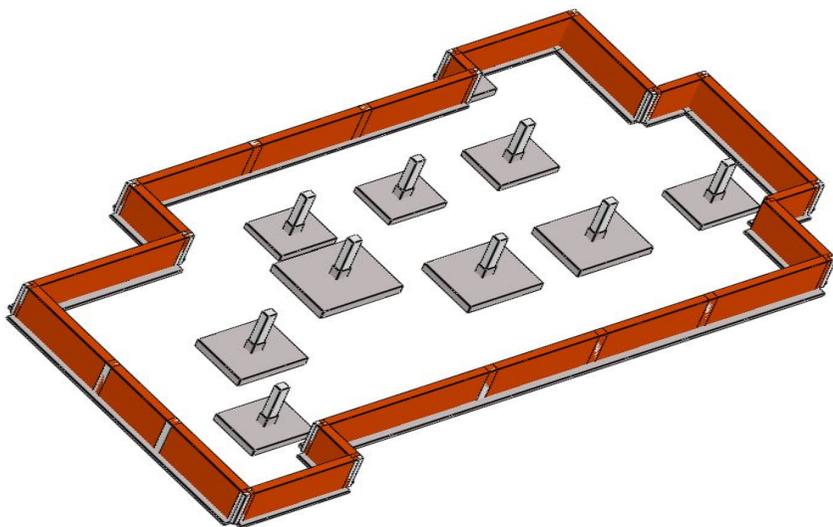


Raft

## Dimensionnement représentatif

Afin d'avoir un dimensionnement plus représentatif, nous transformons le bâtiment en R+4 avec un sous-sol et prise en compte du séisme. Nous considérons :

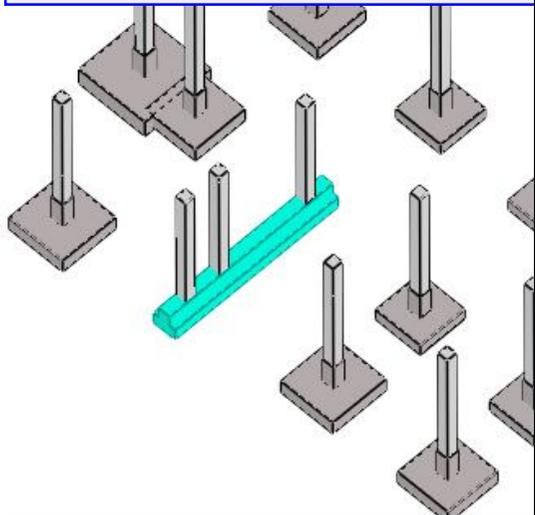
- $\sigma_{sol} = 3 \text{ bars}$
- $C_{sf} = 80000 \text{ KPa}$
- $C_{radier} = 40000 \text{ KN/m}^3$



# Paramètres

## Semelle filante

- Coefficient Kz
- Centrer en cas d'excentrement



## Radier de fondation

- Coefficient Kz

Paramètres réglementaires

## Paramètres réglementaires - 'BAEL 91'

### Général

Nom : Standard

Type de calcul :

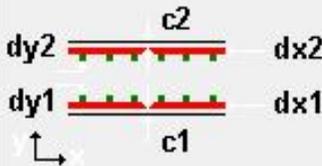
flexion + compression/traction

flexion + compression/traction

flexion simple

compression/traction

### Armatures



Diam. des barres (mm)

dx1= 12,0

dx2= 12,0

dy1= 12,0

dy2= 12,0

Enroba

c1= 3,0

c2= 3,0

Section d'acier minimale :

Aucune

Seulement si le ferrailage théorique > 0

Pour l'objet entier

### Paramètres ELS

Flèche

Correction de la flèche

Flèche admissible 30,00 (mm)

### Matériaux

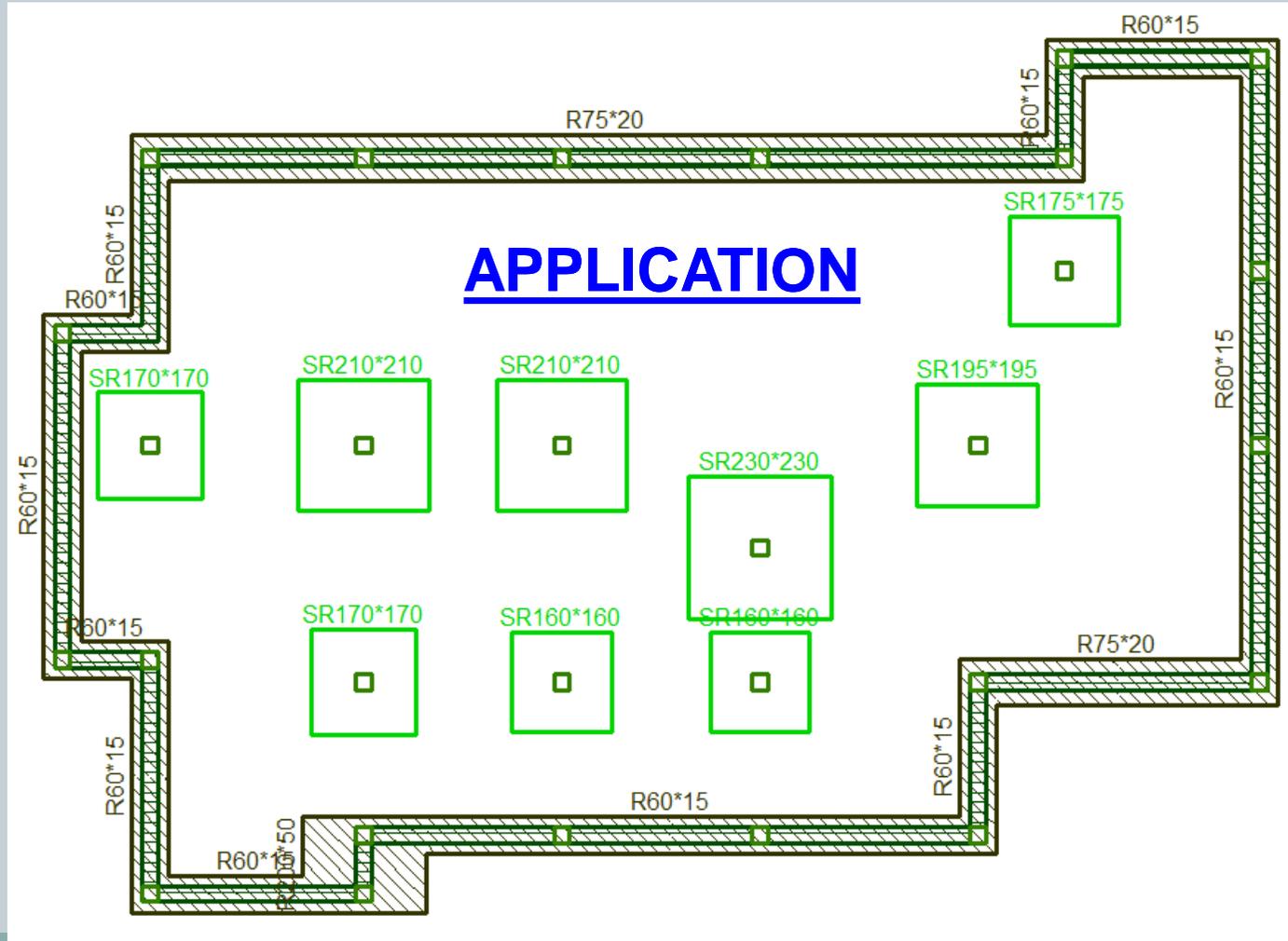
Acier

OK

Annuler

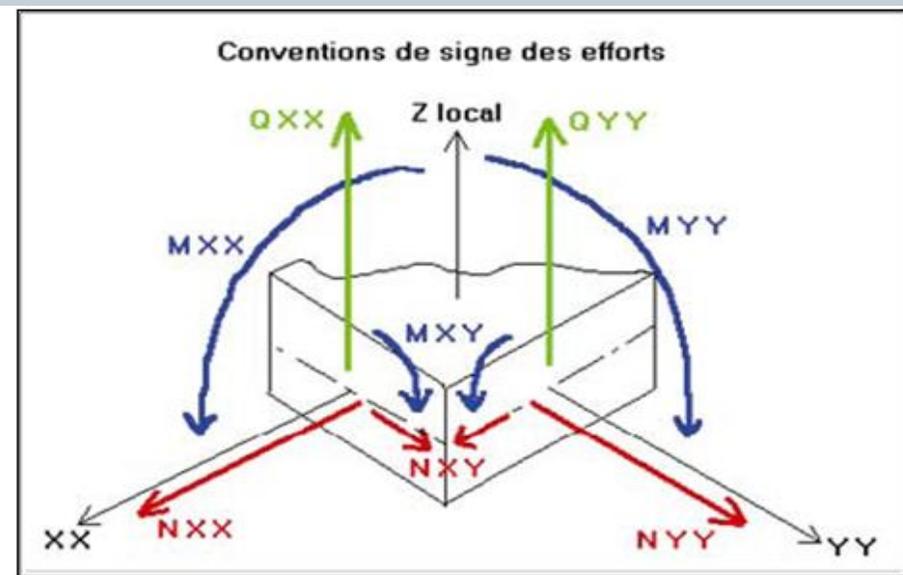
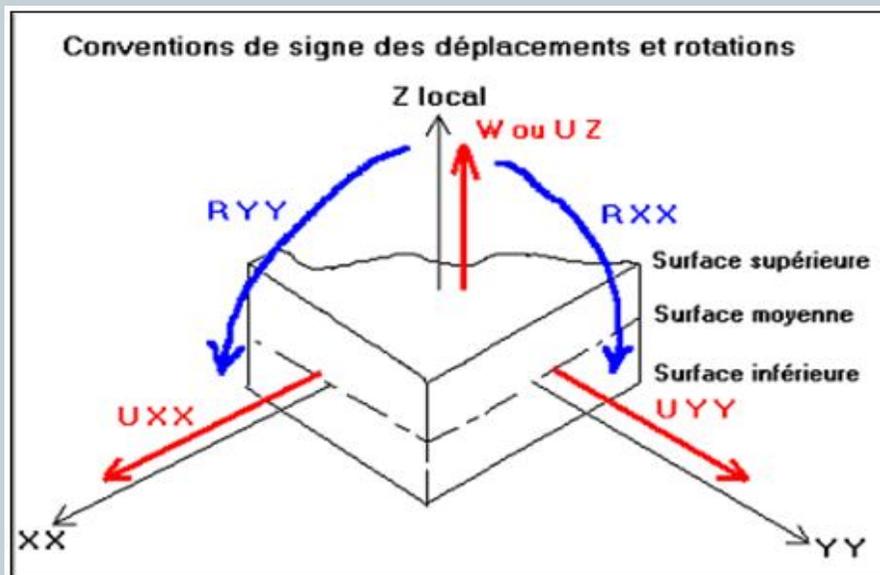
Aide

# Semelle Filante



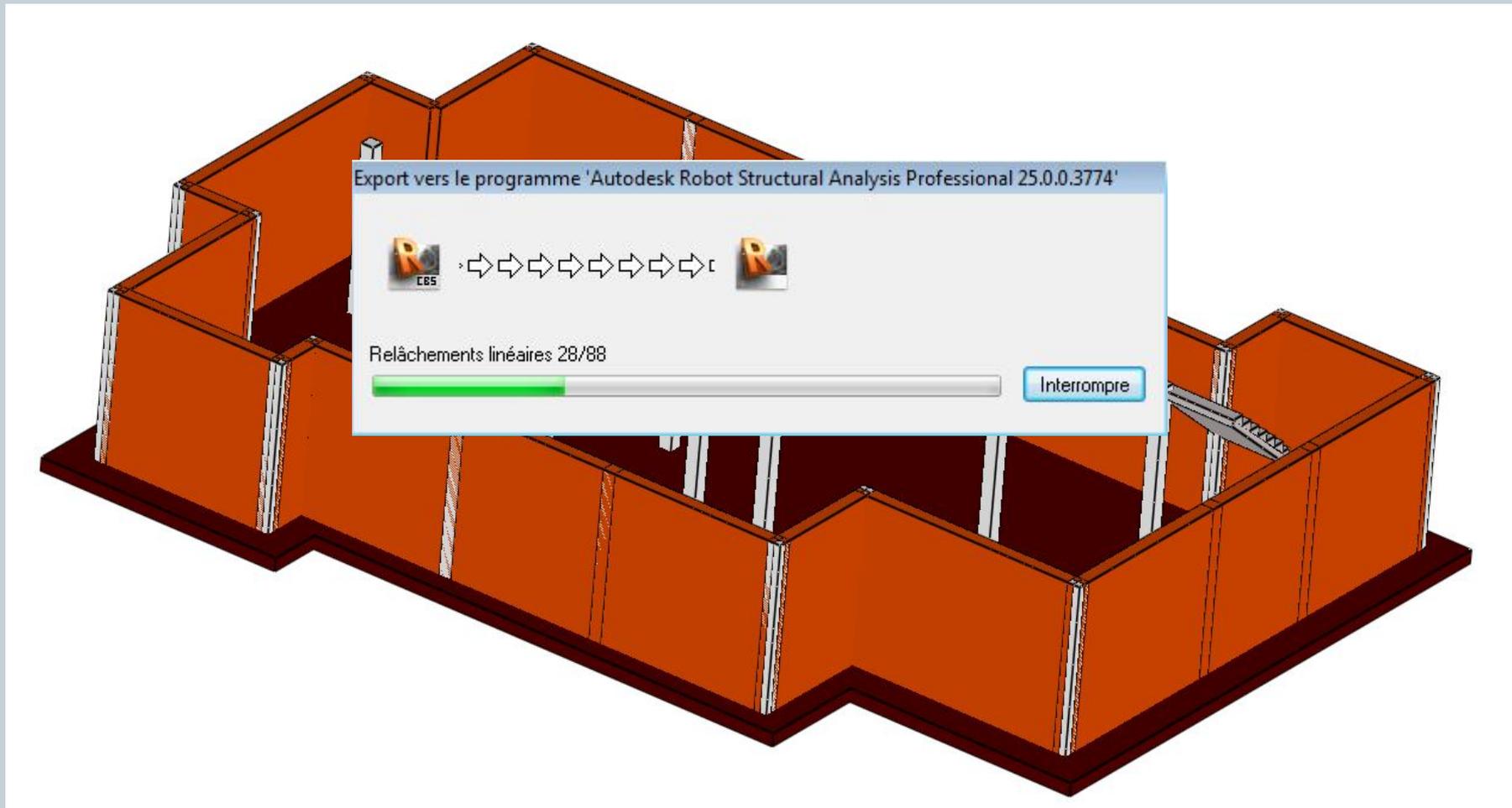
## Radier (convention des efforts)

La méthode de calcul du ferrailage des plaques et coques est basée sur la conception présentée dans l'article de A.Capra et J-F. Maury, intitulé "Calcul automatique du ferrailage optimal des plaques et coques en béton armé", dans les Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, No.367, Décembre 1978. On désigne conventionnellement les résultats obtenus pour les éléments finis surfaciques dans les repères locaux comme suit :

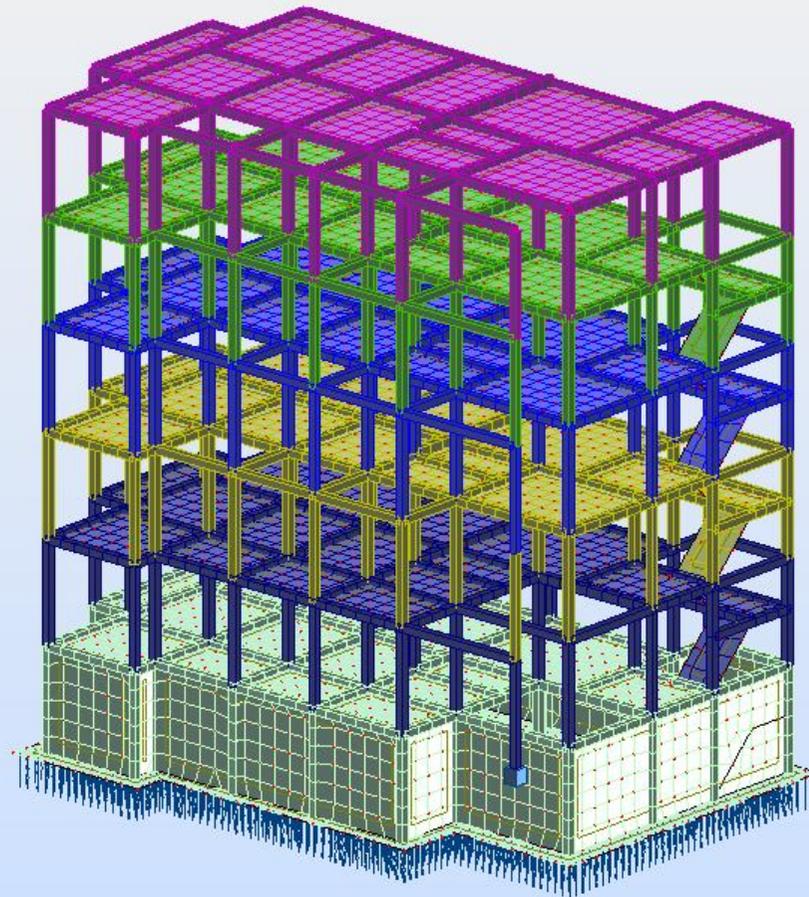


U : Déplacements ; R : Rotation ; N : Efforts dans le plan ; Q : Effort tranchant ; M : Moments

# Radier (export vers robot)



# Radier (export vers robot)



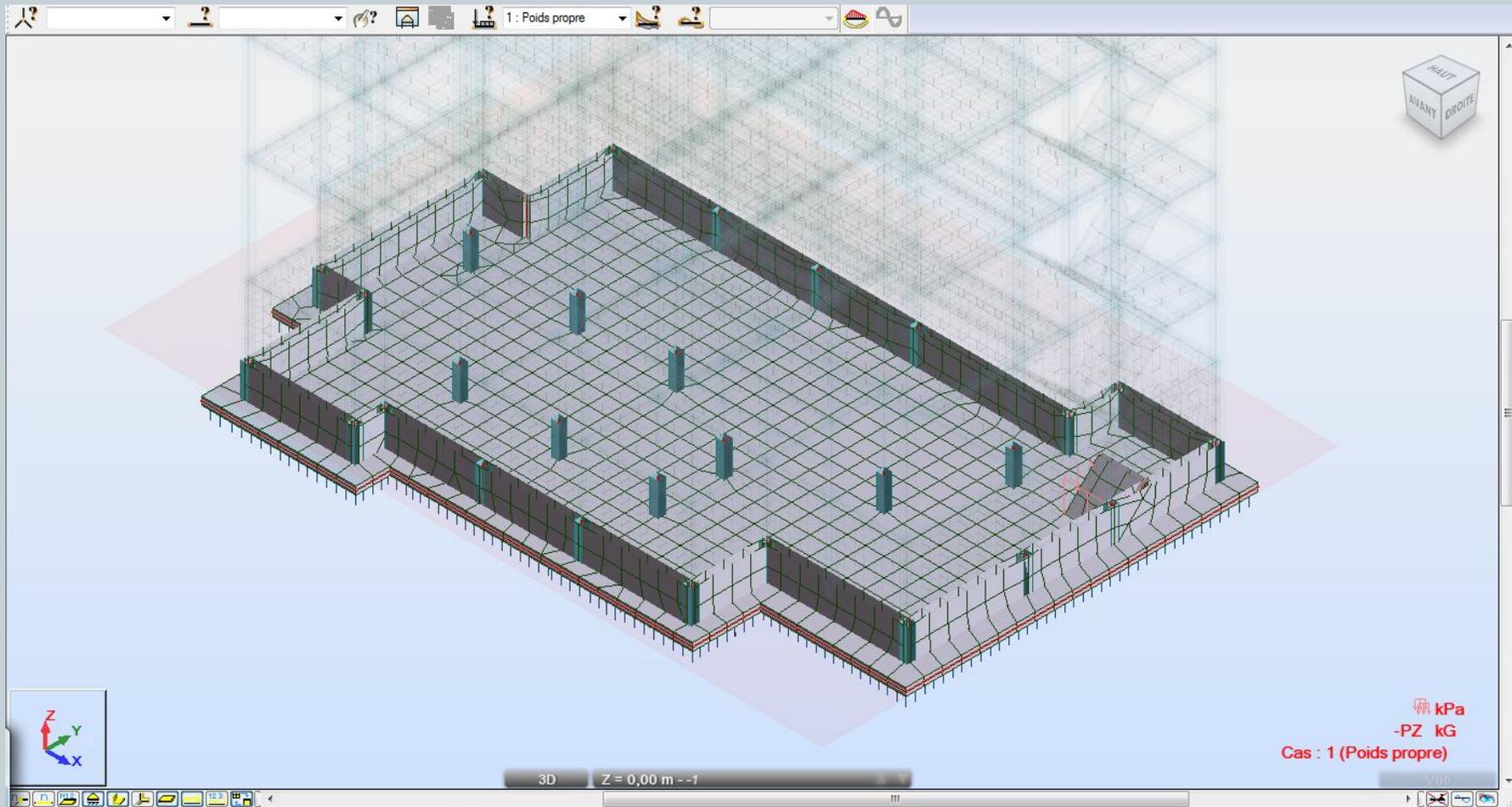
- 4
- 3
- 2
- 1
- 0
- 1



3D Z = 0,00 m --1



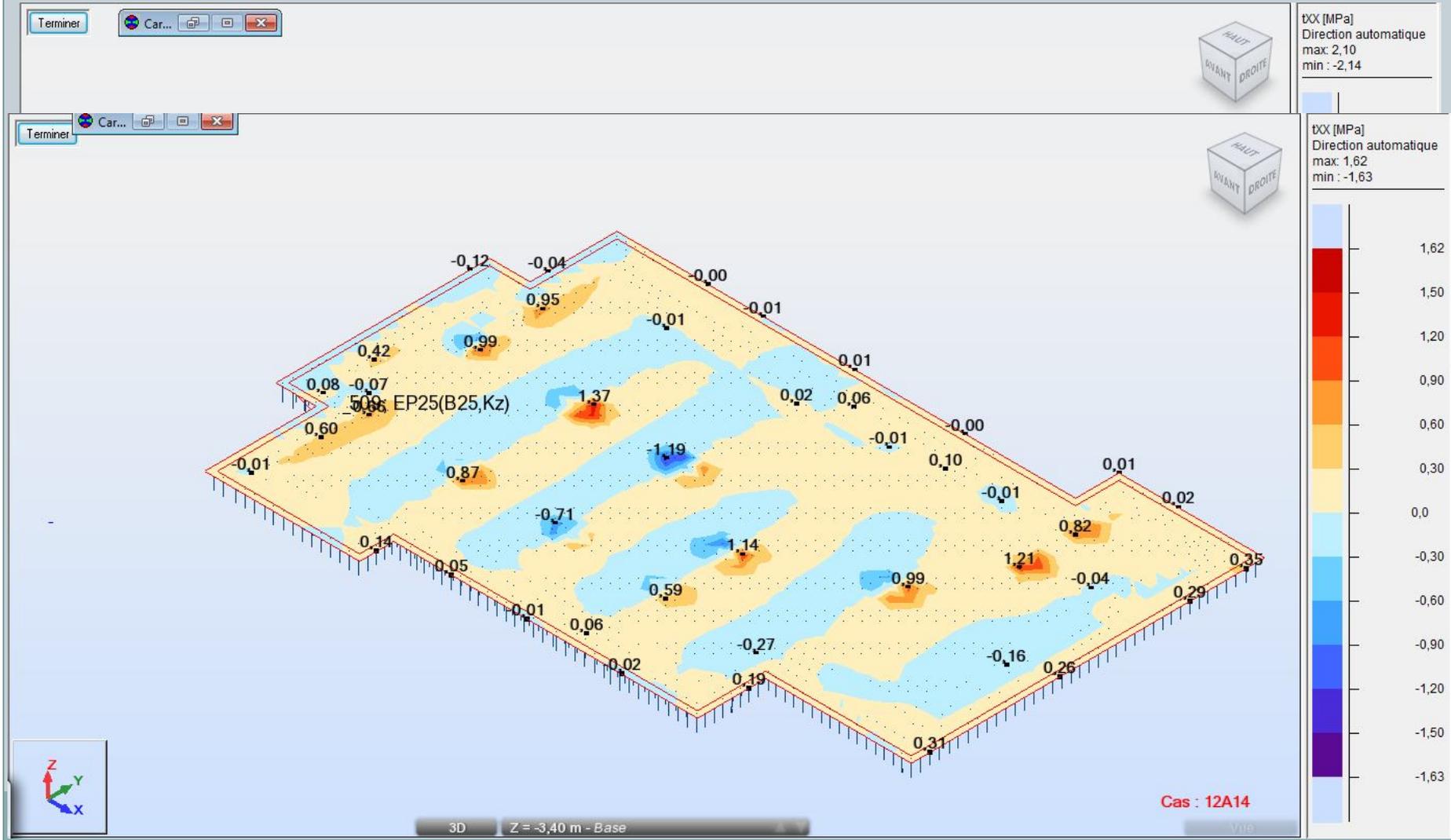
# Radier (sur sol élastique)



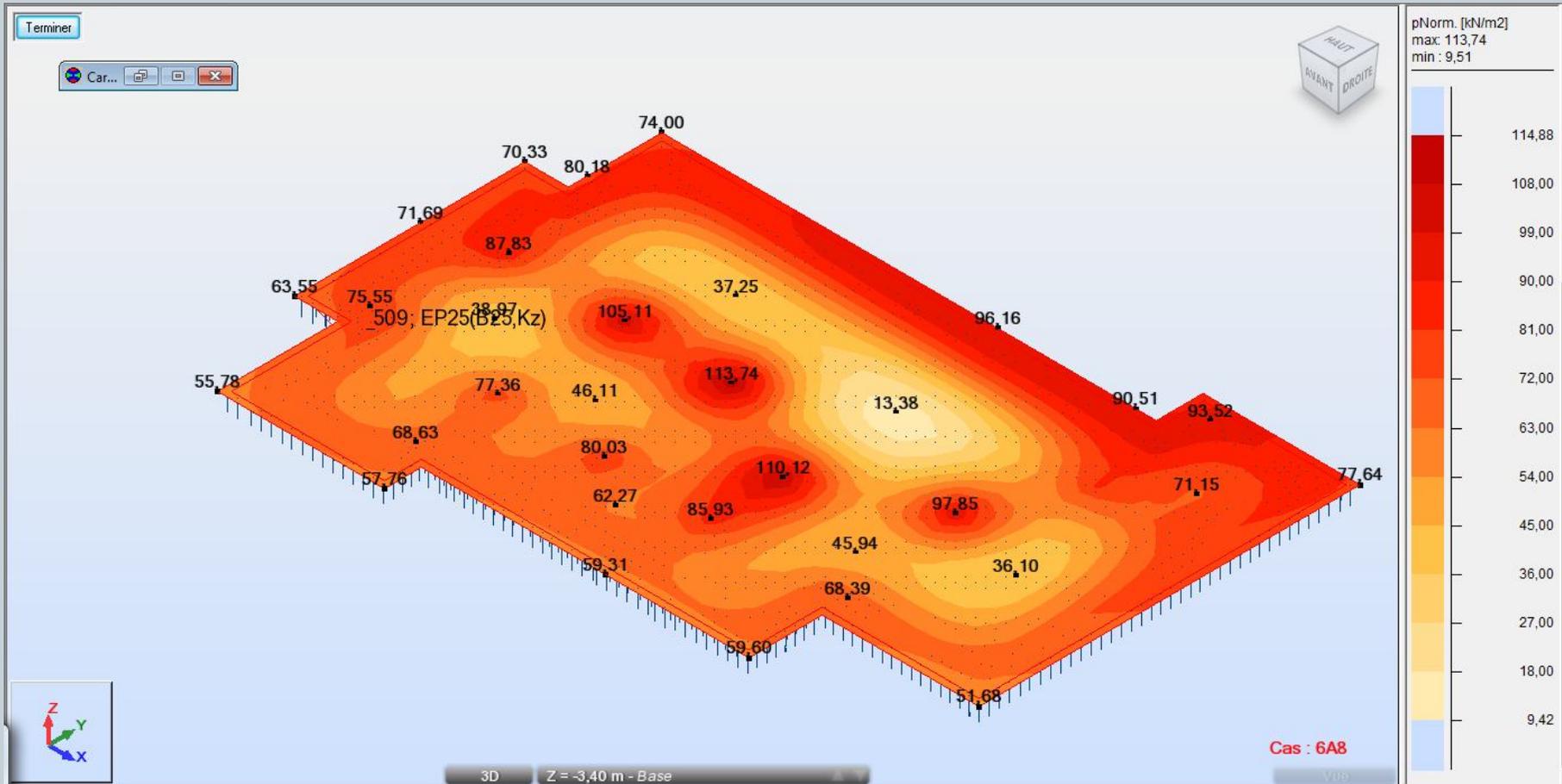
# Radier (Cisaillement / Poinçonnement)



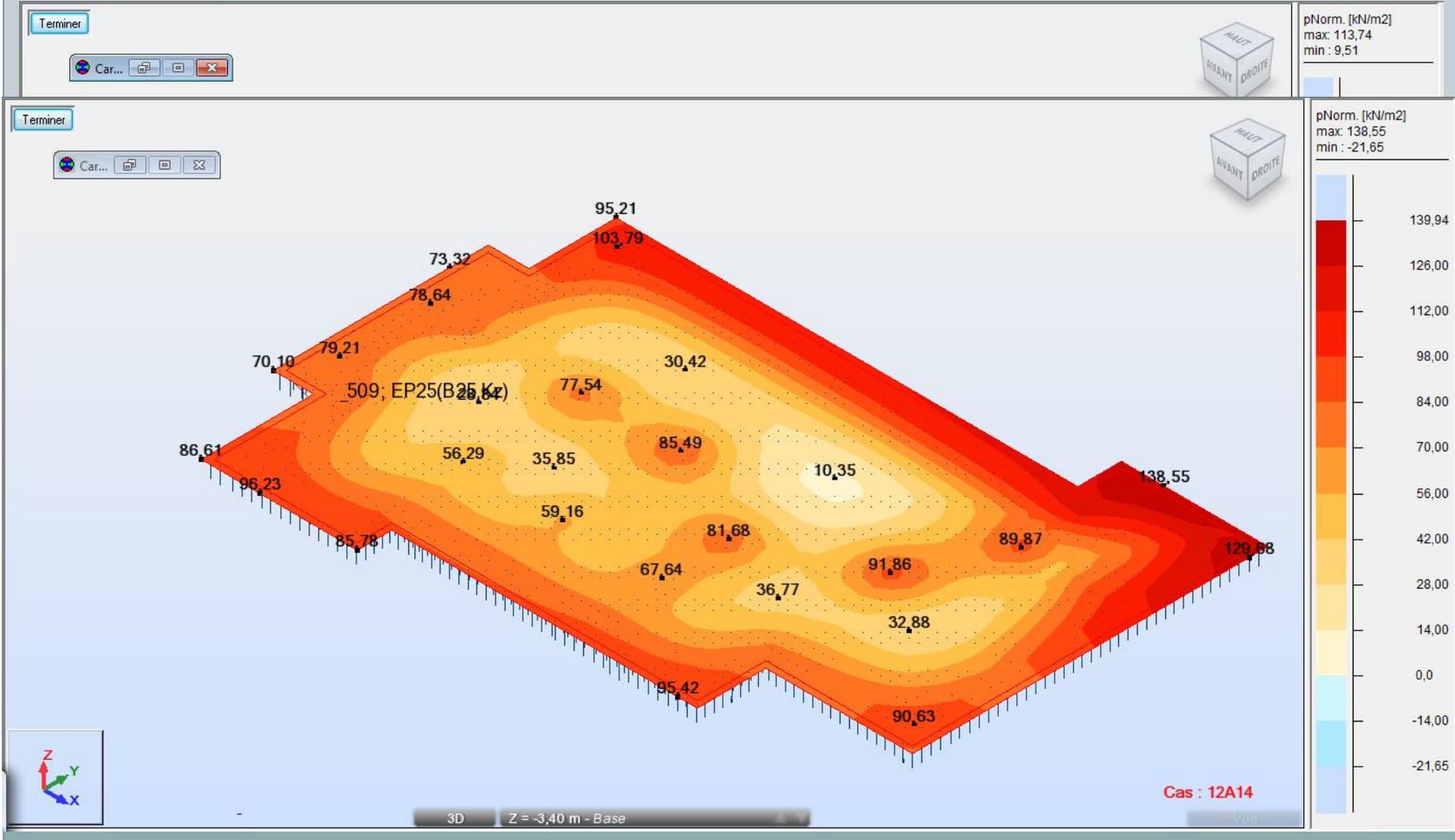
# Radier (Cisaillement / Poinçonnement)



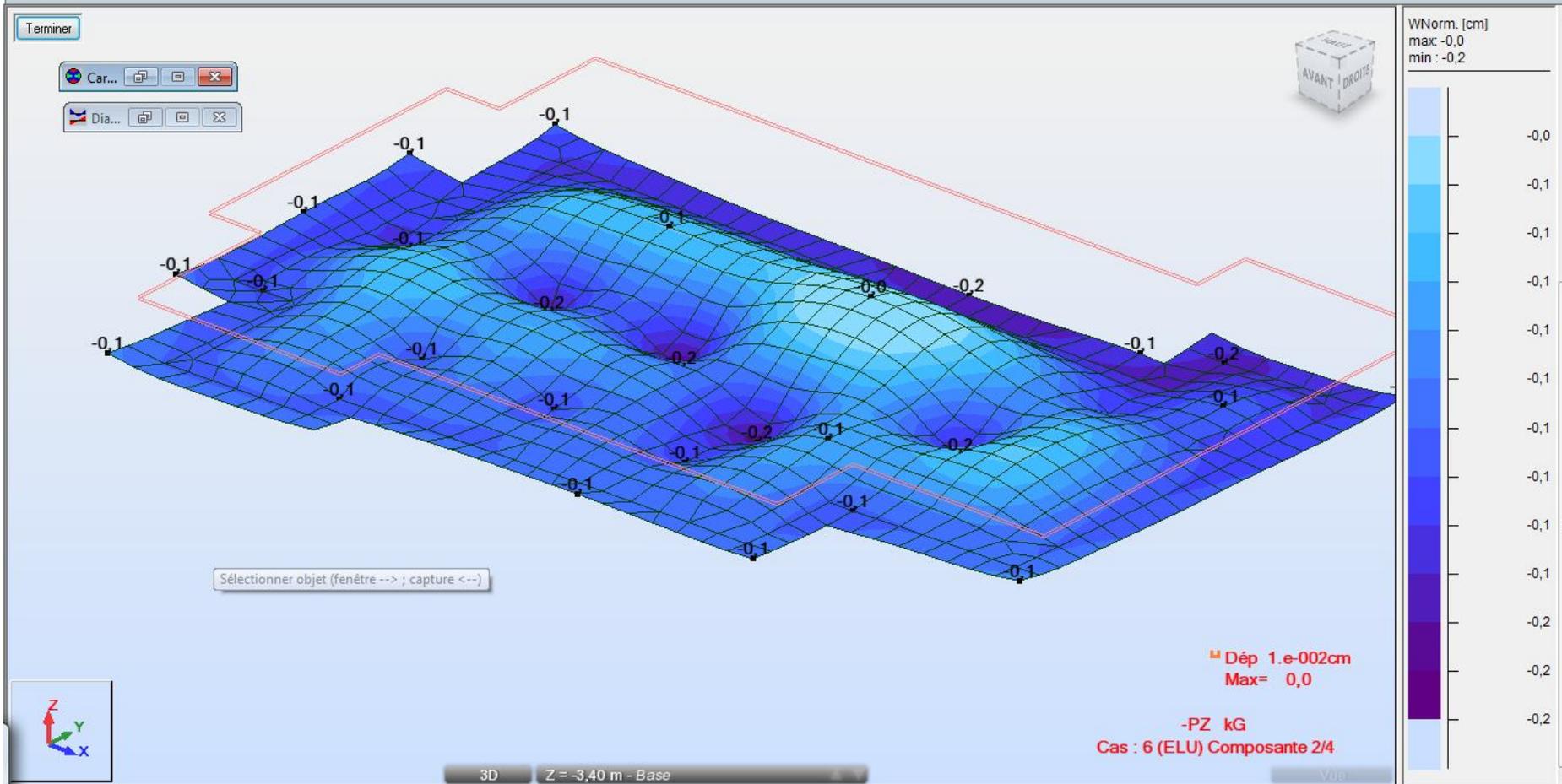
# Radier (réaction du sol)



# Radier (réaction du sol)



# Radier (déformation du radier)





# Radier (Paramètres du Ferrailage)

The image displays a software interface for configuring reinforcement parameters for a slab (Radier). It features several overlapping dialog boxes:

- Type de ferrailage plaq...**: A dialog box on the left showing a list of reinforcement types:
  - SUPPRIMER type de ferrailage
  - Coque BA
  - Plancher BA
  - Voile BABelow the list, there is a field for "Panneaux" with the value "509" and buttons for "Appliquer", "Fermer", and "Aide".
- BAEL 91 Paramètres du ferrailage**: A main dialog box with tabs for "Général", "Matériaux", "Paramètres", and "Ferrailage". It includes sections for "Calculs du ferrailage", "Direction du ferrailage", "Valeurs admissibles", "Fissuration", and "Enrobage (cm)".
- Paramètres**: A smaller dialog box in the foreground with a dropdown menu for "Milieu" (set to "eau normale"), a dropdown for "Niveau d'eau" (set to "eau normale"), and a text field for "Coefficient alpha" (set to "320"). It has "OK" and "Annuler" buttons.
- BAEL 91 Paramètres du ferrailage (Ferrailage tab)**: A detailed dialog box showing a 3D diagram of a slab with reinforcement bars and dimensions  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $d_1$ , and  $d_2$ . It includes input fields for "Diamètres des barres" (d1, d2, d1', d2') and "Enrobage (cm)" (c1, c2, c1', c2'). It also has checkboxes for "DTU 14-1" and "Ferrailage dans une direction".

# Radier (Calcul du Ferrailage)



**Ferrailage des plaques et coques - Norme : BAEL 91**

Liste de panneaux : 509

Calculs du panneau n° : 509

Panneaux calculés : 0/1

Etats limites

- ELU 6
- ELS 9
- ACC 12

Méthode : analytique

Efforts dimensionnants - moyenne globale

Réduction des forces au-dessus des poteaux et voiles

Vérification des flèches

Méthode :

- rigidité équivalente (Élastique)
- avec la mise à jour de la rigidité (MEF)

Déplacement (+) Auto

Déplacement (-) Auto

**Ferrailage** ELS Echelle

Ferrailage théorique : X[] Y[] X[+] Y[+]

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Section d'acier minimale :

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Dessin des croix :

(+) sup.  (-) inf. description à partir de :

sections d'acier  cm2

espacement d'armatures  cm

lissage à l'intérieur du panneau

- isolignes  avec normalisation
- cartographies  avec maillage EF
- valeurs  description
- ouvrir nouvelle fenêtre avec l'échelle

Appliquer Fermer Aide

3D Z = 0,00 m --1

HAUT AVANT DROITE

kPa  
-PZ kG  
Cas : 1 (Poids propre)



**Ferrailage**

Ferrailage ELS Echelle

Ferrailage théorique : X[-] Y[-] X[+] Y[+]

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Section d'acier minimale :

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Dessin des croix :

(+) sup.  (-) inf. description à partir de :

sections d'acier  cm<sup>2</sup>

espacement d'armatures  cm

lissage à l'intérieur du panneau

isolignes  avec normalisation

cartographies  avec maillage EF

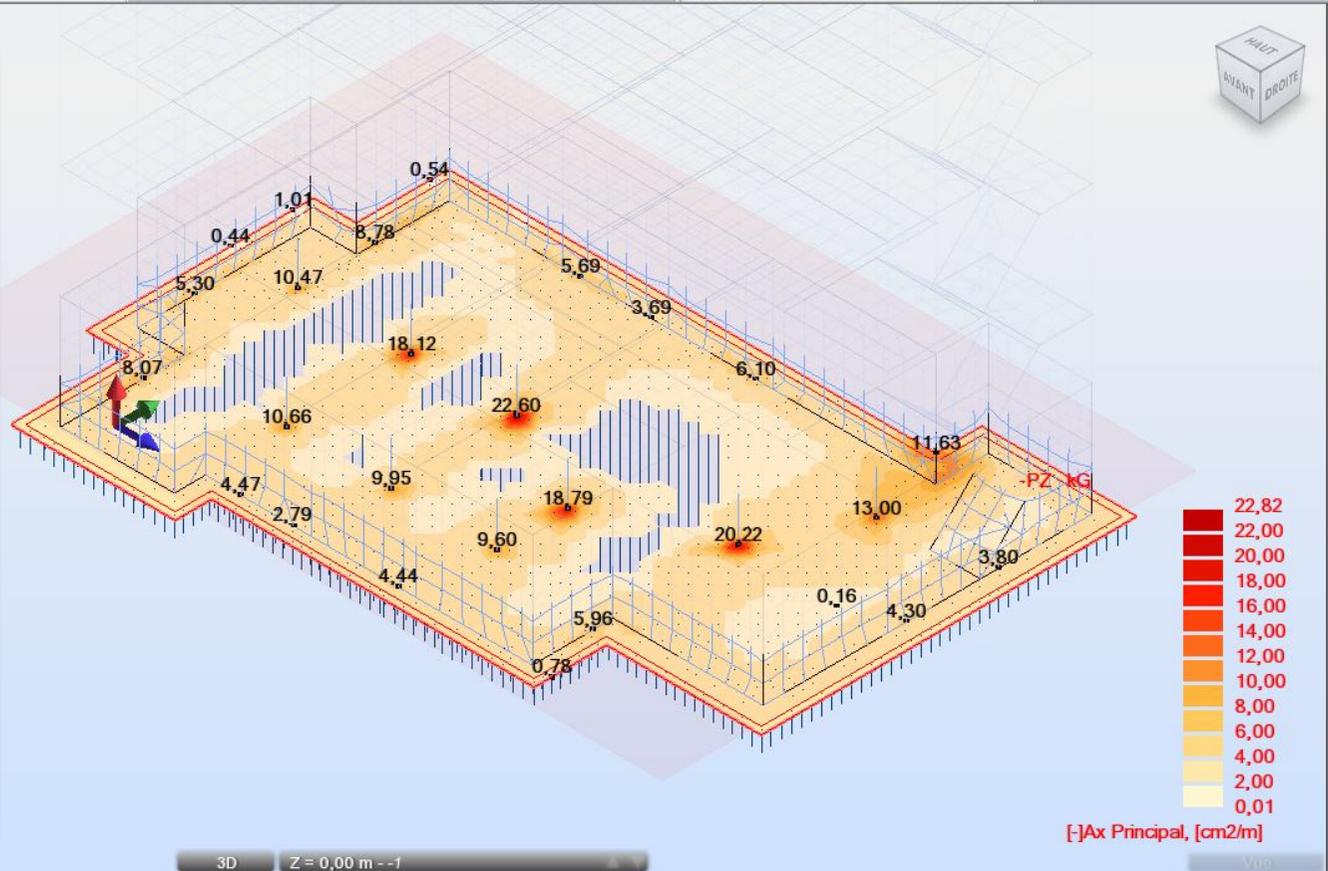
valeurs  description

ouvrir nouvelle fenêtre avec l'échelle

Appliquer Fermer Aide

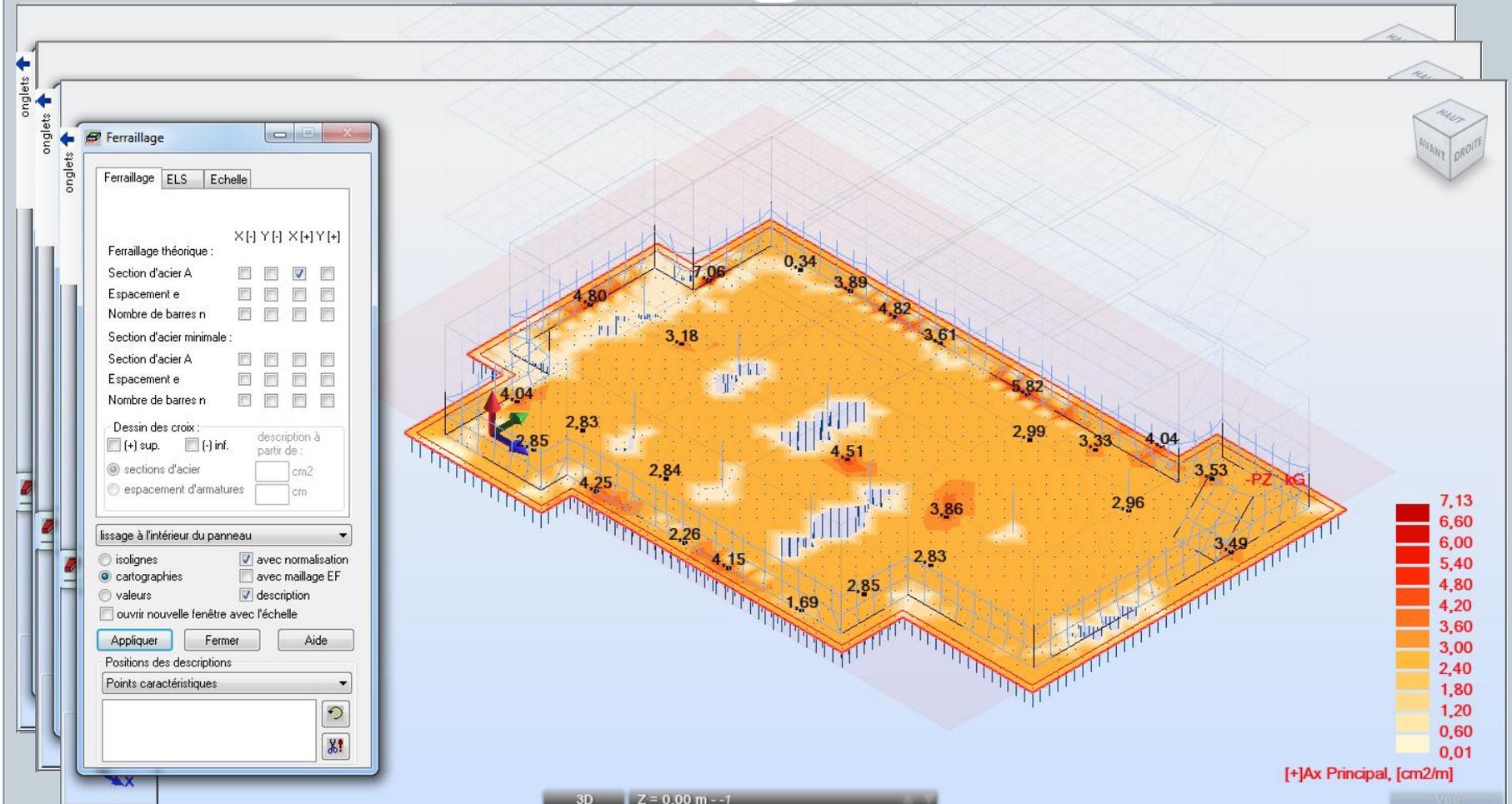
Positions des descriptions

Points caractéristiques



3D Z = 0,00 m - -1





**Ferraillage**

Ferraillage ELS Echelle

Ferraillage théorique : X[] Y[] X[+]Y[+]

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Section d'acier minimale :

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Dessin des croix :

(+) sup.  (-) inf. description à partir de :

sections d'acier  cm2

espacement d'armatures  cm

lissage à l'intérieur du panneau

isolignes  avec normalisation

cartographies  avec maillage EF

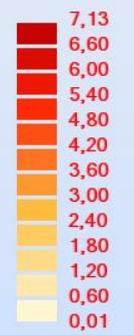
valeurs  description

ouvrir nouvelle fenêtre avec l'échelle

Appliquer Fermer Aide

Positions des descriptions

Points caractéristiques



[+]Ax Principal, [cm2/m]

3D Z = 0,00 m --1



**Ferrailage**

Ferrailage | ELS | Echelle

Ferrailage théorique : X[] Y[] X[+]Y[+]

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Section d'acier minimale :

Section d'acier A

Espacement e

Nombre de barres n

Dessin des crois :  (+) sup.  (-) inf. description à partir de :

sections d'acier  cm<sup>2</sup>

espacement d'armatures  cm

lissage à l'intérieur du panneau

isolignes  avec normalisation

cartographies  avec maillage EF

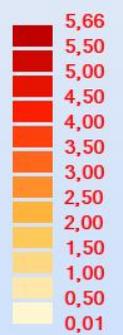
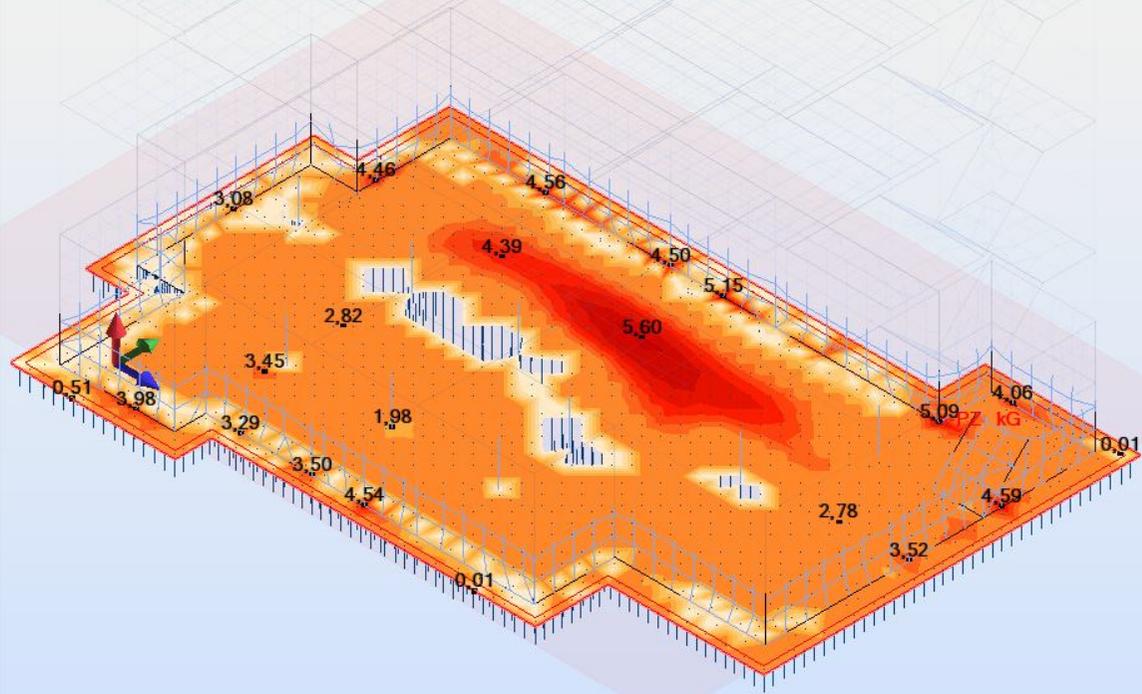
valeurs  description

ouvrir nouvelle fenêtre avec l'échelle

Appliquer Fermer Aide

Positions des descriptions

Points caractéristiques



[+]Ay Perpendiculaire, [cm<sup>2</sup>/m]

Les différents types de fondations  
sous le logiciel robot



MERCI  
POUR VOTRE ATTENTION

VOS QUESTIONS ?