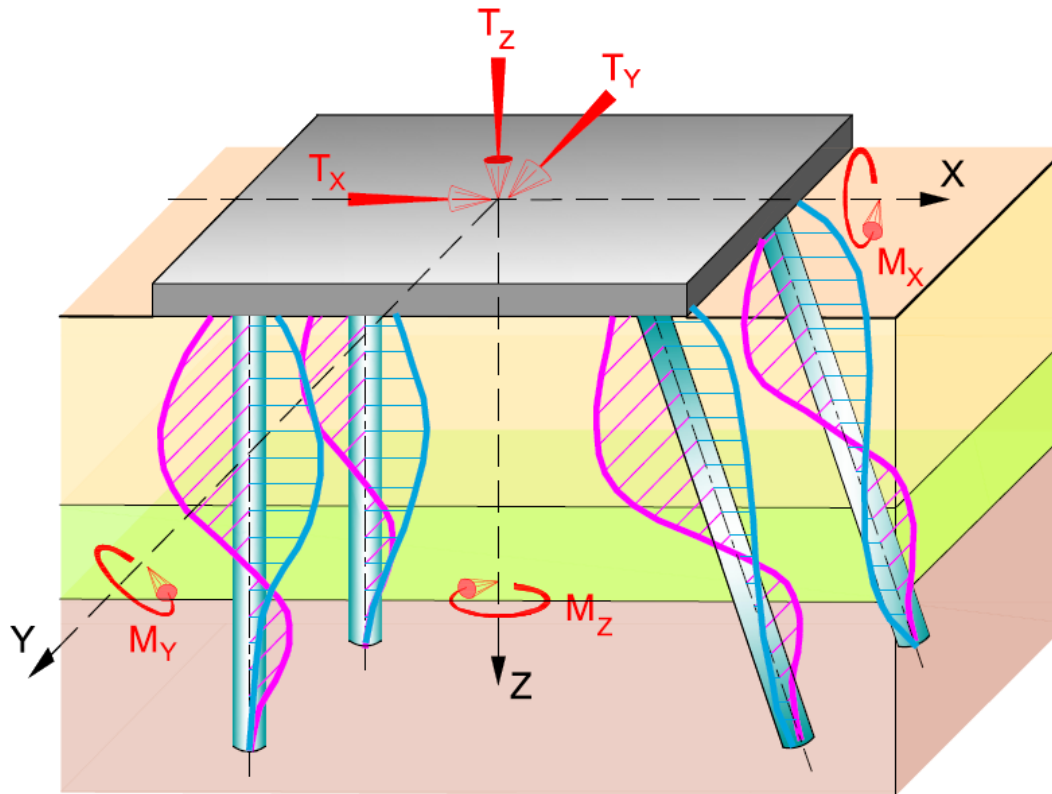


Groupie+ : Calcul 3D d'un groupe de pieux  
coiffés en tête par un chevêtre rigide

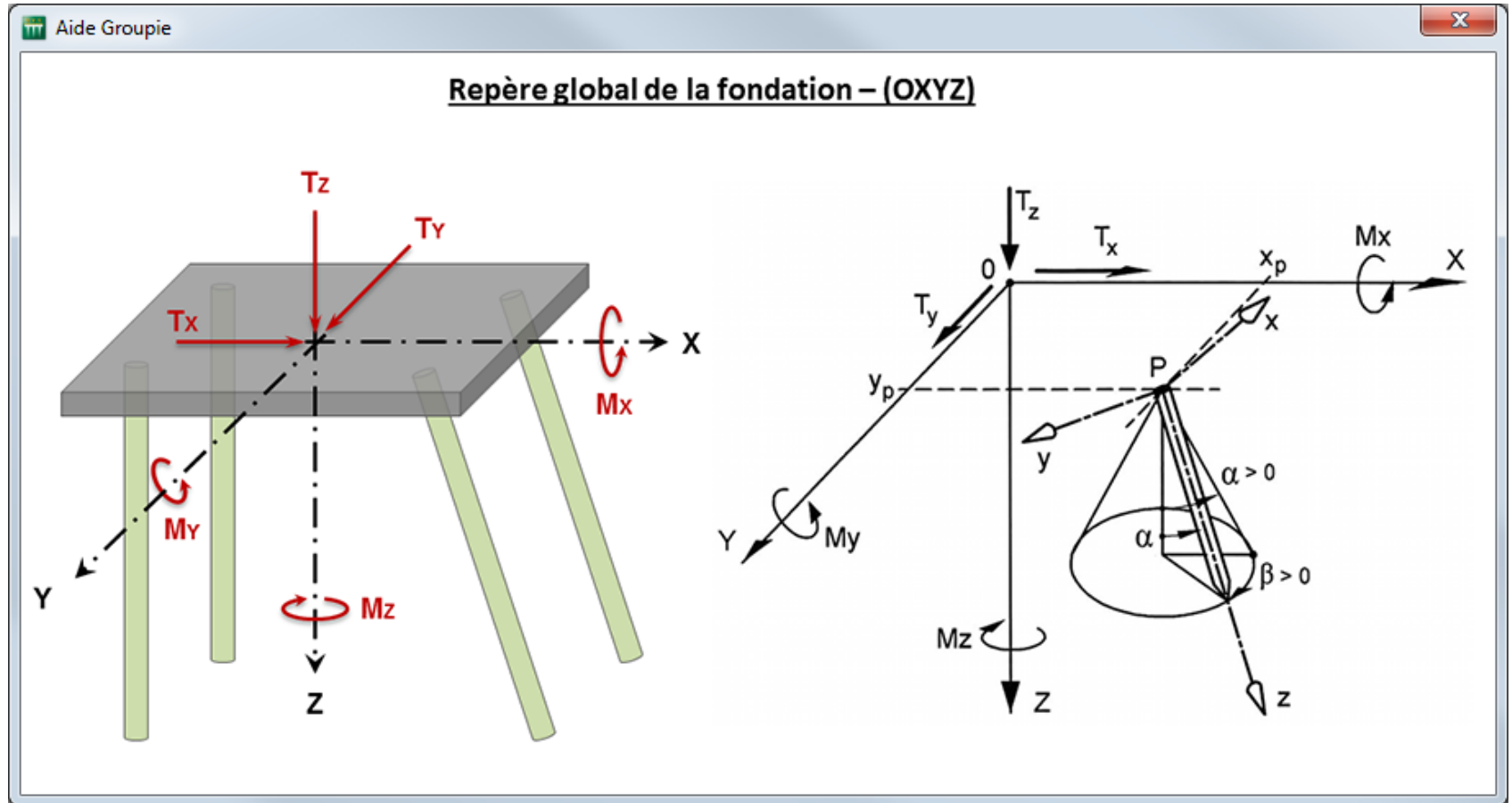
# Position du problème

⇒ Semelle rigide coiffant plusieurs pieux en tête soumise à un torseur complet des efforts (6 composantes)



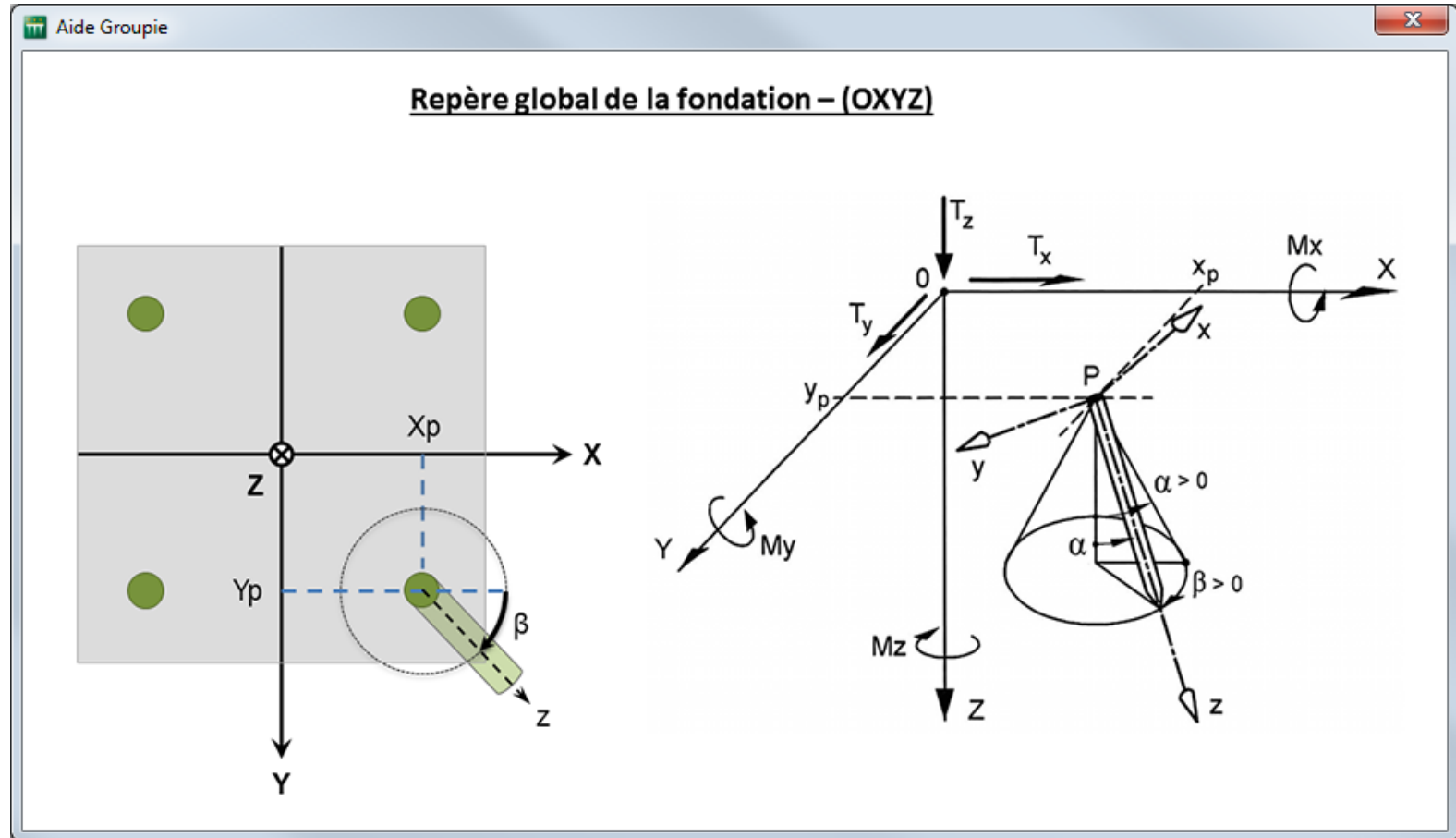
# Conventions de signe

⇒ Repère global / repère local



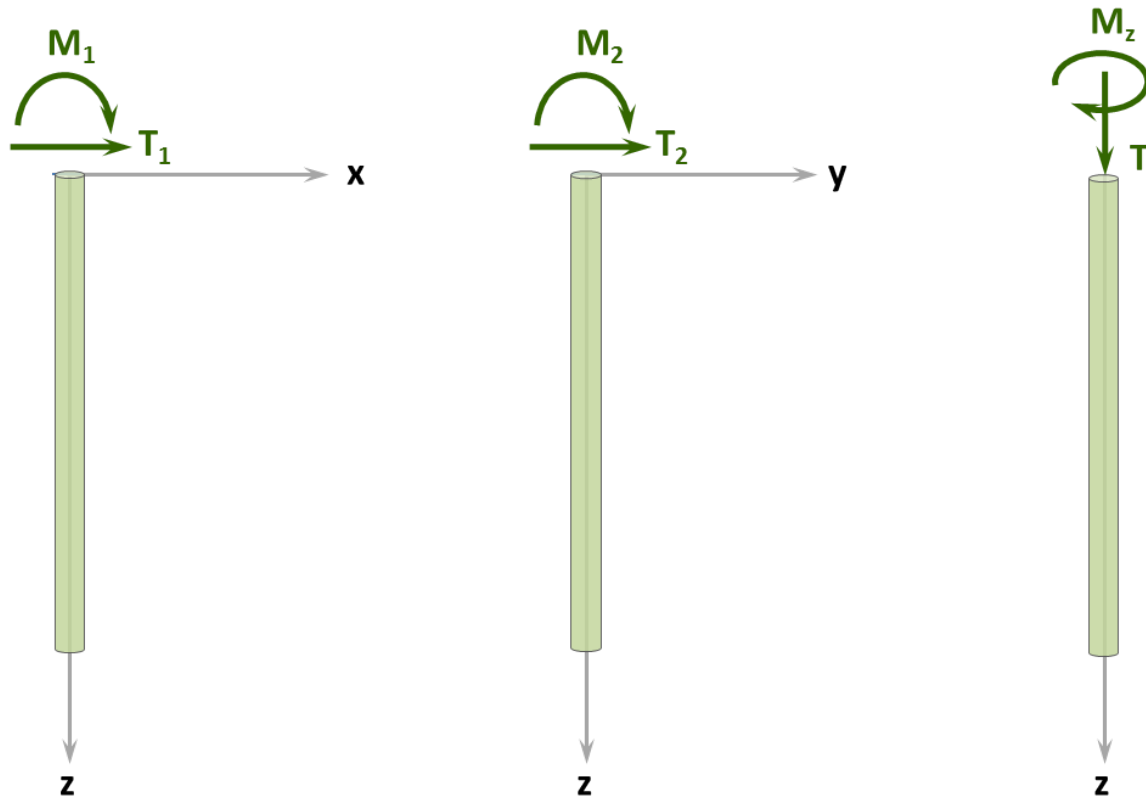
# Conventions de signe

⇒ Repère global / repère local



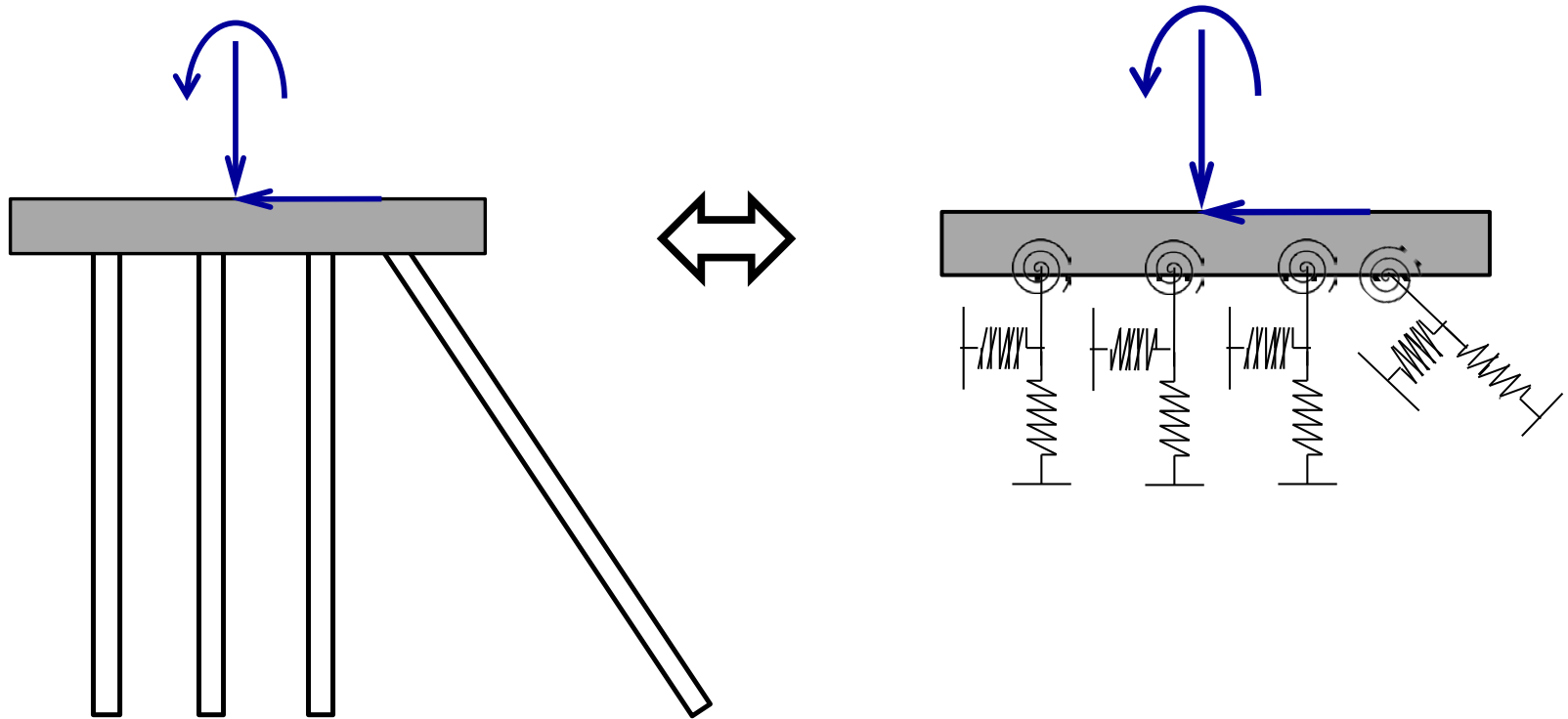
# Conventions de signe

⇒ Repère global / repère local



# Trois modes de calcul

⇒ Mode « manuel » : pieux caractérisés par leurs raideurs en tête (résultat des modules Taspie+ et Piecoef+)

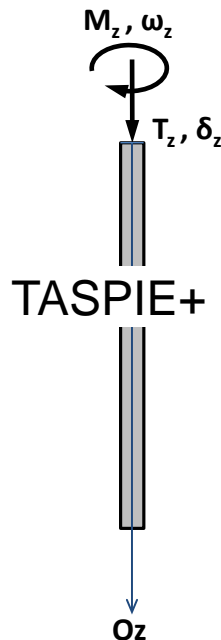


# Trois modes de calcul

⇒ Mode « manuel » : pieux caractérisés par leurs raideurs en tête (résultat des modules Taspie+ et Piecoef+)

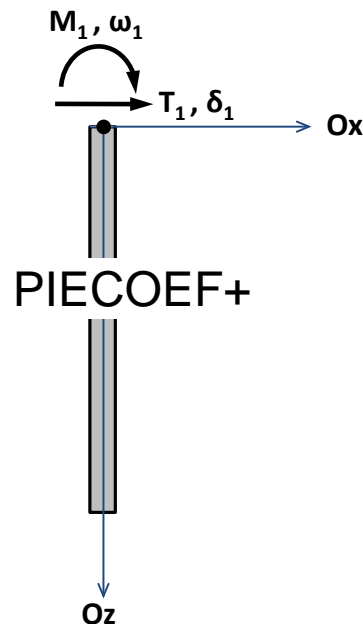
Repère local du pieu - OZ

$$\begin{pmatrix} T_z \\ M_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu & 0 \\ 0 & \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_z \\ \omega_z \end{pmatrix}$$



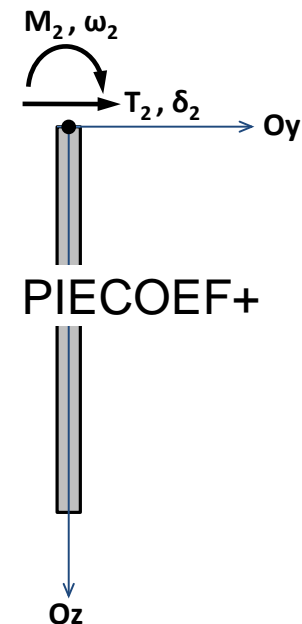
Repère local du pieu - OXZ

$$\begin{pmatrix} T_1 \\ M_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_1 & -\rho_2 \\ -\rho_2 & \rho_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \omega_1 \end{pmatrix}$$



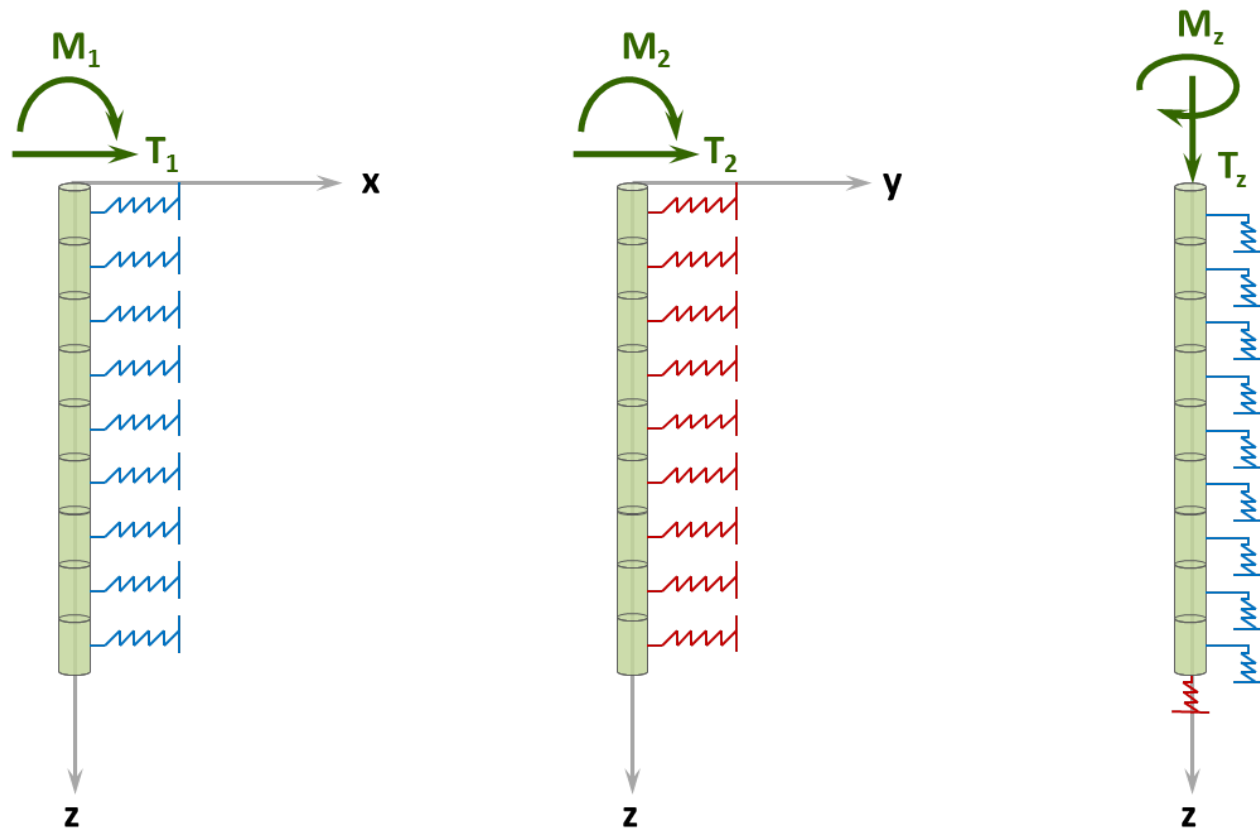
Repère local du pieu - OYZ

$$\begin{pmatrix} T_2 \\ M_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_4 & -\rho_5 \\ -\rho_5 & \rho_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_2 \\ \omega_2 \end{pmatrix}$$



# Trois modes de calcul

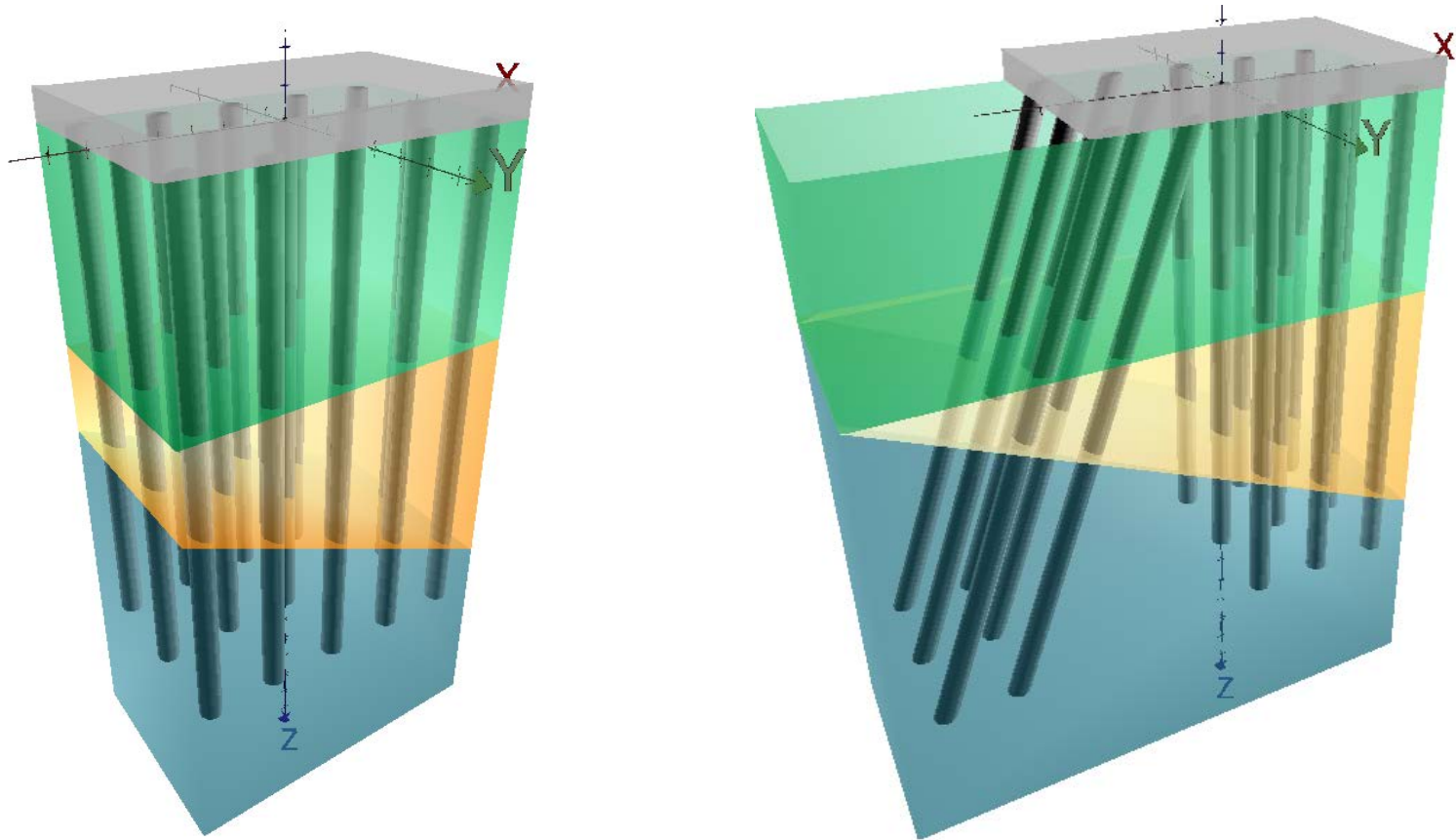
⇒ Mode « automatique » : combinaison dans un modèle unique des équilibres locaux « p-y » et « t-z » dans chaque pieu





# Trois modes de calcul

⇒ Mode « automatique » : combinaison dans un modèle unique des équilibres locaux « p-y » et « t-z » dans chaque pieu



# Trois modes de calcul

⇒ Mode « automatique » : combinaison dans un modèle unique des équilibres locaux « p-y » et « t-z » dans chaque pieu

Réaction du sol

$r_{x, y \text{ ou } z}$



$P_2$

$P_1$

$K_1$  (1<sup>er</sup> palier)

$K_2$  (2<sup>e</sup> palier)

(3<sup>e</sup> palier)

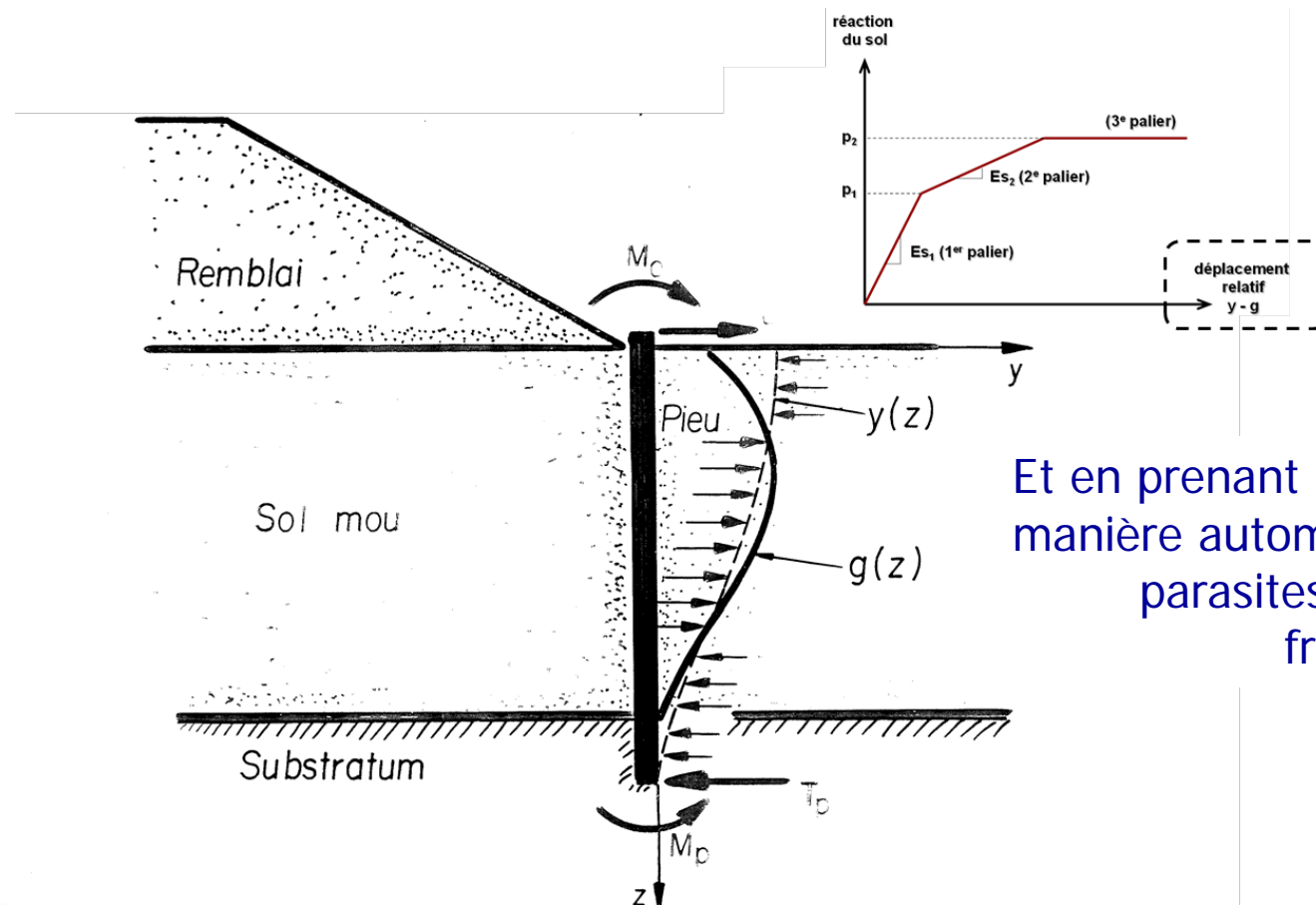
En considérant une loi d'interaction sol/pieu (axiale/frontale) de type élasto-plastique

Déplacement relatif  $(u - g)_{x, y \text{ ou } z}$



# Trois modes de calcul

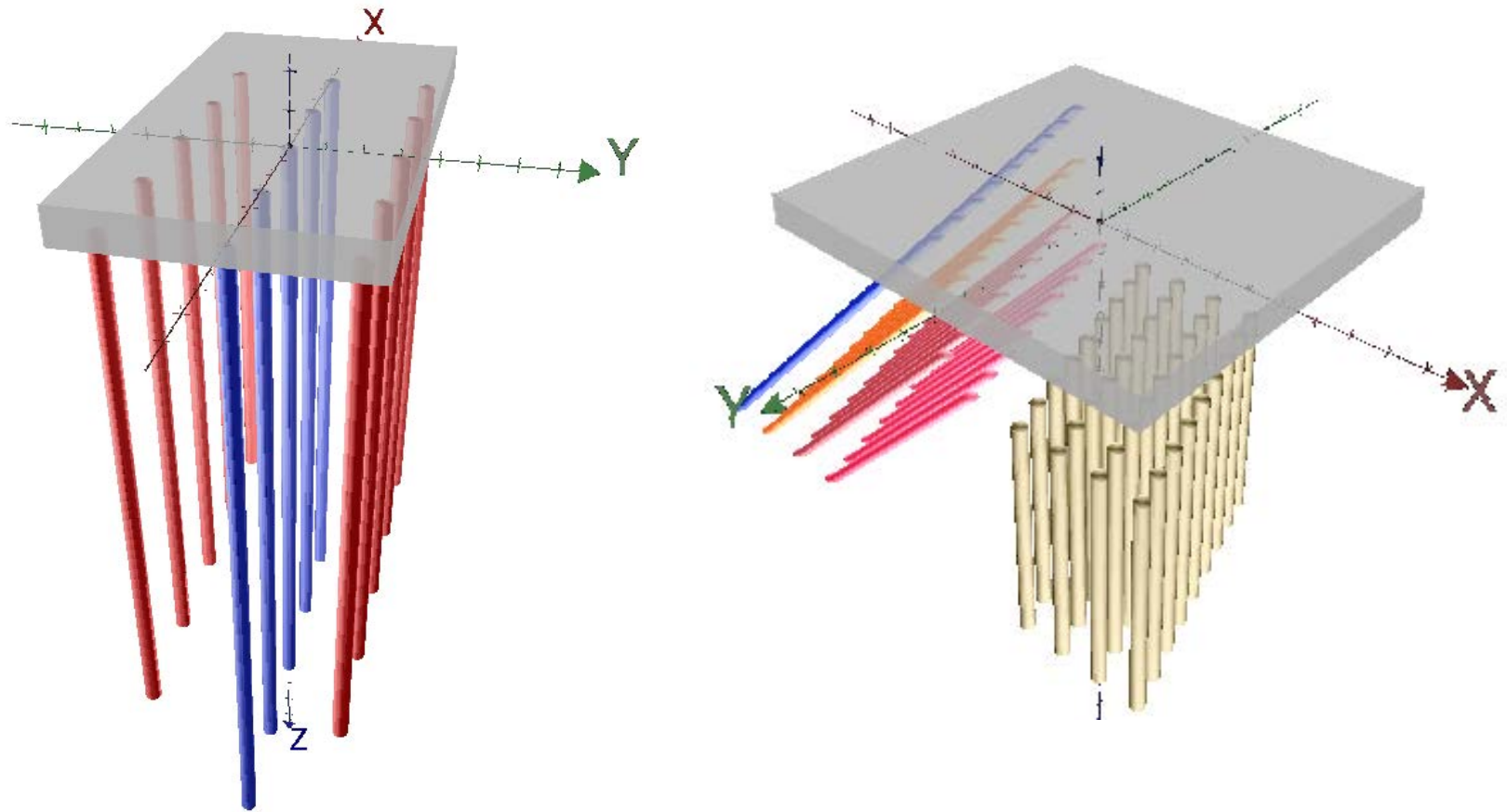
⇒ Mode « automatique » : combinaison dans un modèle unique des équilibres locaux « p-y » et « t-z » dans chaque pieu



Et en prenant en compte d'une manière automatique les effets parasites de type  $g(z)$  ou frottement négatif

# Trois modes de calcul

⇒ Mode « avancé » : stratigraphie et propriétés géotechniques (y.c. mouvements parasites) définies par « famille » de pieux



# Mise en œuvre dans Foxta v4

## ■ Données

- ⇒ Pieux d'inclinaisons quelconques dans l'espace
- ⇒ Caractéristiques des couches + pendage éventuel
- ⇒ Lois de réaction (frottement/latérale) définies soit à partir du pressiomètre ou manuellement
- ⇒ Traitement d'un nombre quelconque de cas de charge

## ■ Résultats

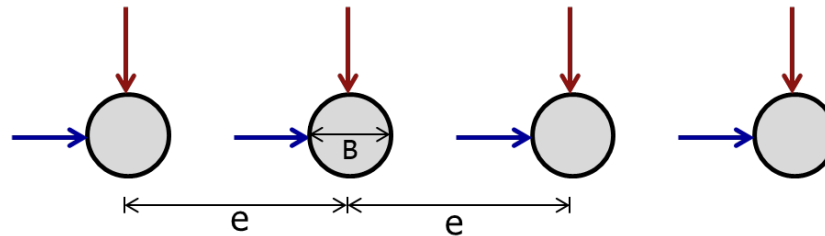
- ⇒ Déplacements et rotations de la semelle
- ⇒ Flèche et tassement de chaque pieu (en tête et en profondeur)
- ⇒ Sollicitations internes (N, T, M) long de chaque pieu
- ⇒ Matrices de raideur équivalentes en tête de la semelle

# Mise en œuvre dans Foxta v4

⇒ Traitement des effets de groupe

Cas 1 : Chargement perpendiculaire à l'axe de la file

Cas 2 : Chargement dans l'axe de la file



Cas 1 : raideur diminuée avec un facteur  $\rho_1$  / palier plastique inchangé

$$\rho_1 = \beta + \rho_0(1 - \beta)$$

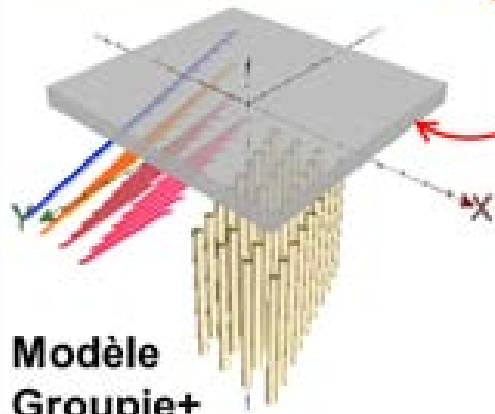
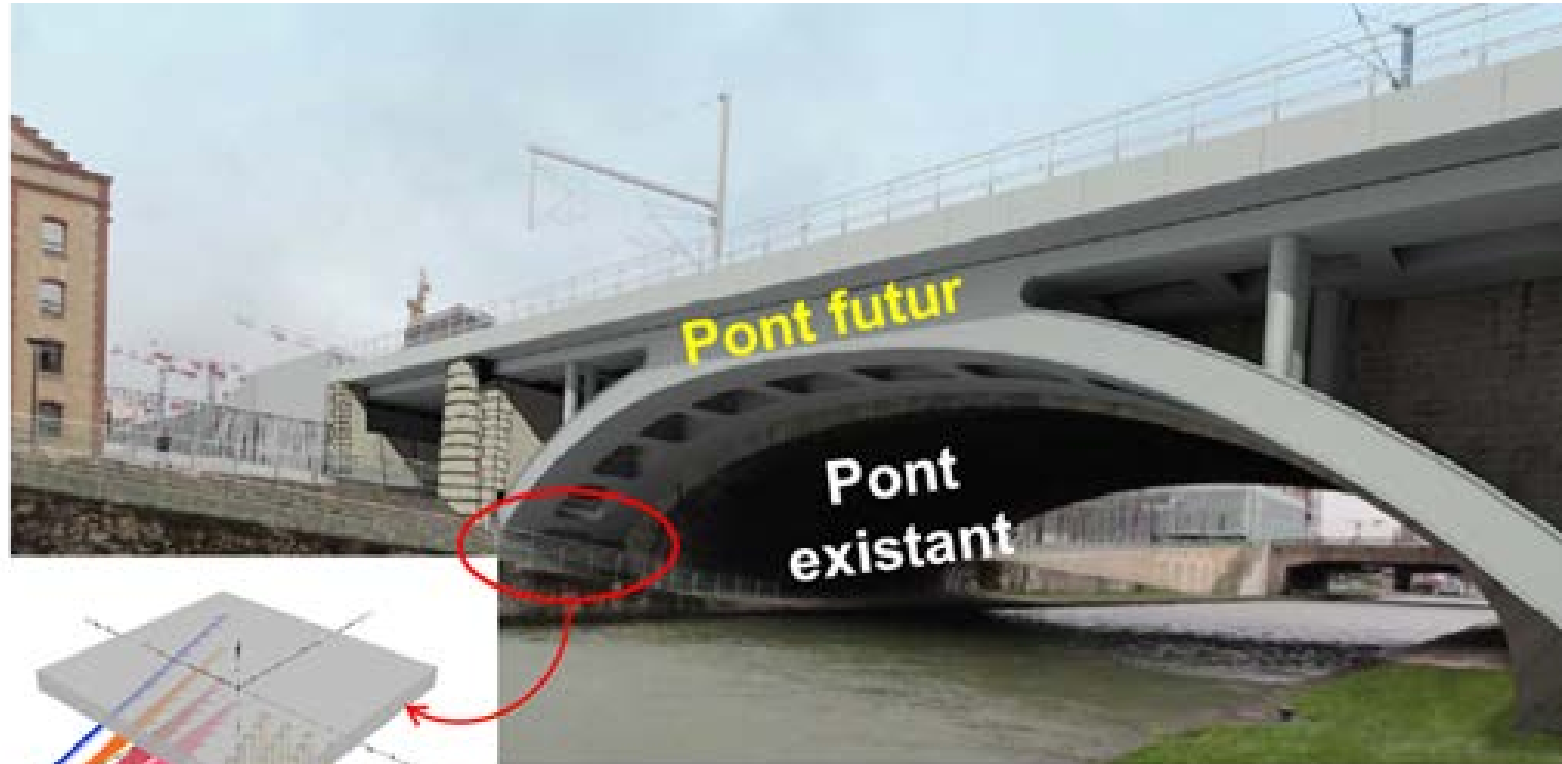
Cas 2 : raideur inchangée / palier plastique diminué avec un facteur  $\rho_2$

$$\rho_2 = \beta$$

Norme NF P 94 262

$$\beta = \frac{1}{2} \left( \frac{e}{B} - 1 \right) \quad \rho_0 \approx \frac{\alpha + \frac{4}{3} (2,65)^\alpha}{N\alpha + \frac{4}{3} (2,65N)^\alpha}$$

# Applications récentes



# Applications récentes



Septembre 2019

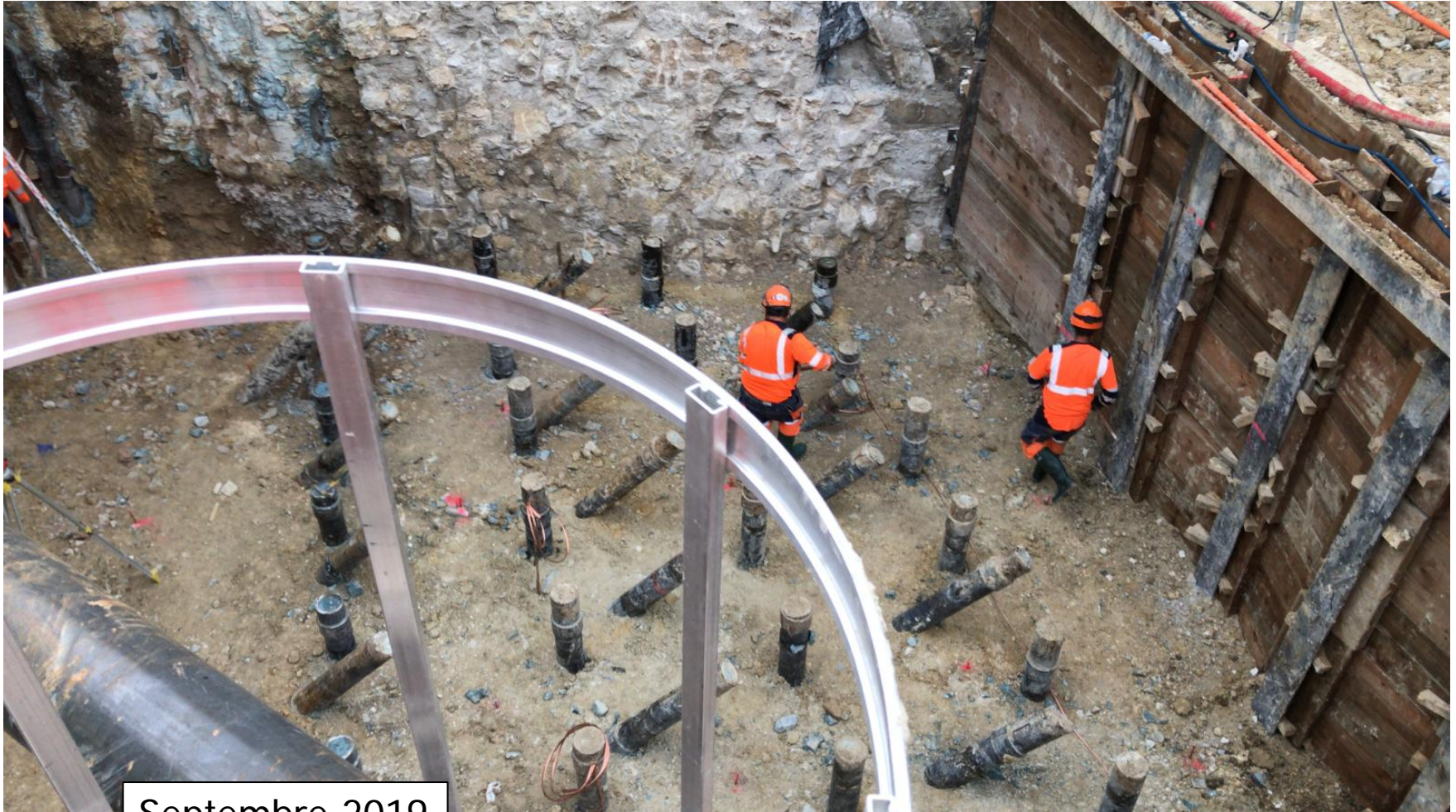


# Applications récentes



Septembre 2019

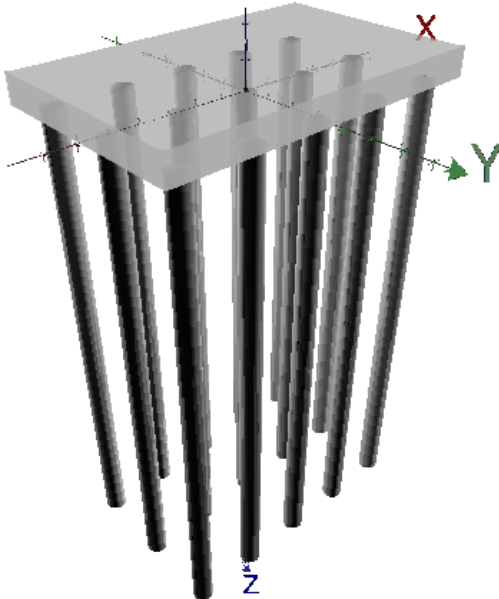
# Applications récentes



Septembre 2019

# Exercice 01

- Fondation sur pieux soumise à chargement en tête



Groupe de pieux  Pieux inclinés  Pieux et barrettes

Paramètres  Pieux  Sols  Déformée libre du sol g(z)  Chargement semelle

### Définition des pieux



Définition des pieux

N°	X <sub>P</sub> [m]	Y <sub>P</sub> [m]	Cote tête [m]	α [°]	β [°]	L [m]	D [m]	Liaison	E <sub>I<sub>x</sub></sub> [kN.m <sup>2</sup> ]	E <sub>I<sub>y</sub></sub> [kN.m <sup>2</sup> ]	ES [kN]	Γ [kN.m/rad]
1	-5,00	-3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
2	-2,50	-3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
3	0,00	-3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
4	2,50	-3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
5	5,00	-3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
6	-5,00	0,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
7	-2,50	0,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
8	0,00	0,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
9	2,50	0,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
10	5,00	0,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
11	-5,00	3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
12	-2,50	3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
13	0,00	3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
14	2,50	3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00
15	5,00	3,00	5,00	0,0	0,0	18,00	0,80	Encastré	2,00E05	2,00E05	5,00E06	1,00


Nb de pieux : 15

Raideurs en pointe

Raideurs additionnelles en pointe de pieu

 terrasol  
 setec

F. Cuira – 2020

  
 Page 19

# Exercice 01

- Fondation sur pieux soumise à chargement en tête

The screenshot displays the software interface for defining soil parameters. On the left, a 3D model shows a pile foundation with a concrete cap and three soil layers. The right panel, titled 'Définition du sol', contains the following settings:

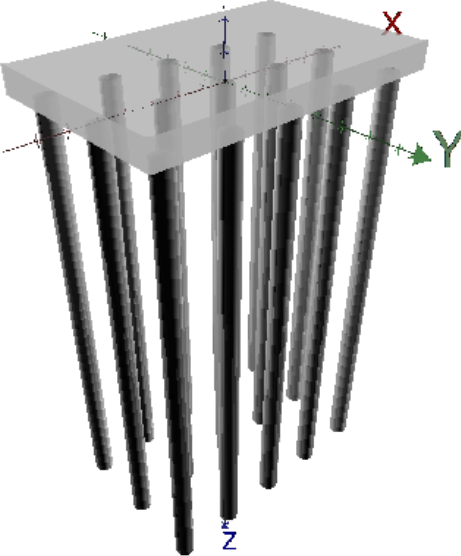
- Type de courbe de réaction:**  À partir des données pressiométriques
- Type de sollicitation latérale:** Sollicitations de courte durée en tête dominant
- Cote de référence:** 5,00

N°	Nom	Couleur	Cote <sub>base</sub> [m]	$\alpha_Y$ [°]	$\alpha_X$ [°]	$E_M$ [kPa]	$\alpha$	$P_f^*$ [kPa]	$P_i^*$ [kPa]	$q_{sl}$ [kPa]	Type de ...	$q_{pl}$ [kPa]
1	Couche 1	<span style="color: green;">■</span>	-2,00	0,0	0,0	5,00E03	0,50	3,00E02	5,00E02	40,00	Sol fin	1,00
2	Couche 2	<span style="color: orange;">■</span>	-8,00	-25,0	0,0	1,00E04	0,33	7,00E02	1,00E03	70,00	Sol granu...	1,00
3	Couche 3	<span style="color: blue;">■</span>	-18,00	0,0	0,0	2,00E04	0,50	1,50E03	2,00E03	140,00	Sol fin	3000,00

Options:  Vue en 3D,  Vue de côté, plan Oyz

# Exercice 01

- Fondation sur pieux soumise à chargement en tête



Groupe de pieux  Pieux inclinés  Pieux et barrettes

Paramètres  Pieux  Sols  Déformée libre du sol g(z)  Chargement semelle

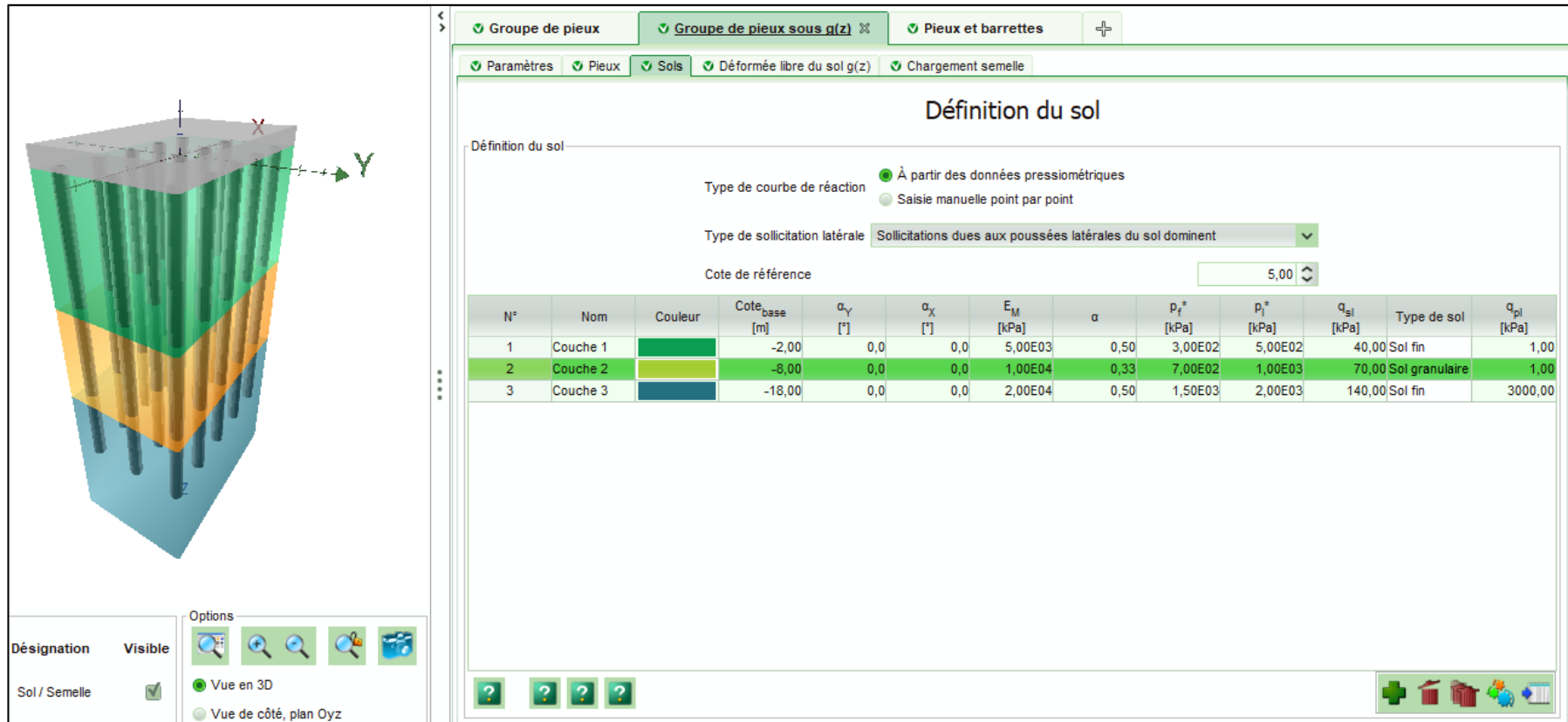
### Cas de chargement

Cas de chargement – exprimés au centre de la semelle

N°	$T_x$ [kN]	$M_y$ [kN.m]	$T_y$ [kN]	$M_x$ [kN.m]	$T_z$ [kN]	$M_z$ [kN.m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	30000,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	60000,00	30000,00	0,00
3	10000,00	30000,00	0,00	0,00	30000,00	0,00
4	-10000,00	0,00	10000,00	0,00	30000,00	0,00

# Exercice 02

## ■ Fondation sur pieux soumise à $g(z)$



The image shows a 3D model of a pile foundation on the left and a software interface for soil definition on the right. The 3D model shows a concrete slab supported by several piles, with three distinct soil layers below. The software interface, titled 'Définition du sol', includes a table with soil layer properties.

**Définition du sol**

Type de courbe de réaction:  À partir des données pressiométriques  
 Saisie manuelle point par point

Type de sollicitation latérale: Sollicitations dues aux poussées latérales du sol dominant

Cote de référence: 5,00

N°	Nom	Couleur	Cote_base [m]	$\alpha_Y$ [°]	$\alpha_X$ [°]	$E_M$ [kPa]	$\alpha$	$P_r^*$ [kPa]	$P_t^*$ [kPa]	$q_{sl}$ [kPa]	Type de sol	$q_{pl}$ [kPa]
1	Couche 1		-2,00	0,0	0,0	5,00E03	0,50	3,00E02	5,00E02	40,00	Sol fin	1,00
2	Couche 2		-8,00	0,0	0,0	1,00E04	0,33	7,00E02	1,00E03	70,00	Sol granulaire	1,00
3	Couche 3		-18,00	0,0	0,0	2,00E04	0,50	1,50E03	2,00E03	140,00	Sol fin	3000,00

Options:  Vue en 3D,  Vue de côté, plan Oyz

# Exercice 02

- Fondation sur pieux soumise à  $g(z)$

Contenu du presse-papiers

Colonne 1	Colonne 2
5	0,0657
4,65	0,074250337
4,3	0,0808137
3,95	0,085513612
3,6	0,0884736
3,25	0,089817187
2,9	0,0896679
2,55	0,088149262
2,2	0,0853848
1,85	0,081498037
1,5	0,0766125
1,15	0,070851712
0,8	0,0643392
0,45	0,057198487
0,1	0,0495531
-0,25	0,041526562
-0,6	0,0332424
-0,95	0,024824137
-1,3	0,0163953

Cote  $g(z)$  [m] |  $g_x$  [m]

Options

Seules les cases écrites en noir seront importées.

Première ligne à importer: Ligne 1 | Dernière ligne à importer: Ligne 21

Nombre de lignes à importer dans la table : 21 | Nombre de colonnes à importer dans la table : 2 | Nombre de lignes à créer dans la table : 0

Importer | Annuler

$y_s$ [m]	
0,0657	0,0000
0,0743	0,0000
0,0808	0,0000
0,0855	0,0000
0,0885	0,0000
0,0898	0,0000
0,0897	0,0000
0,0881	0,0000
0,0854	0,0000
0,0815	0,0000
0,0766	0,0000
0,0709	0,0000
0,0643	0,0000
0,0572	0,0000
0,0496	0,0000
0,0415	0,0000
0,0332	0,0000
0,0248	0,0000
0,0164	0,0000
0,0081	0,0000
-0,0000	0,0000