



Journée Scientifique et Technique - 3 avril 2019

A la frontière entre géotechnique et parasismique

Retour d'expérience Réalisation d'écrans de soutènement sismique discontinu

BOTTE Fondations – Pierre-Jean Housse

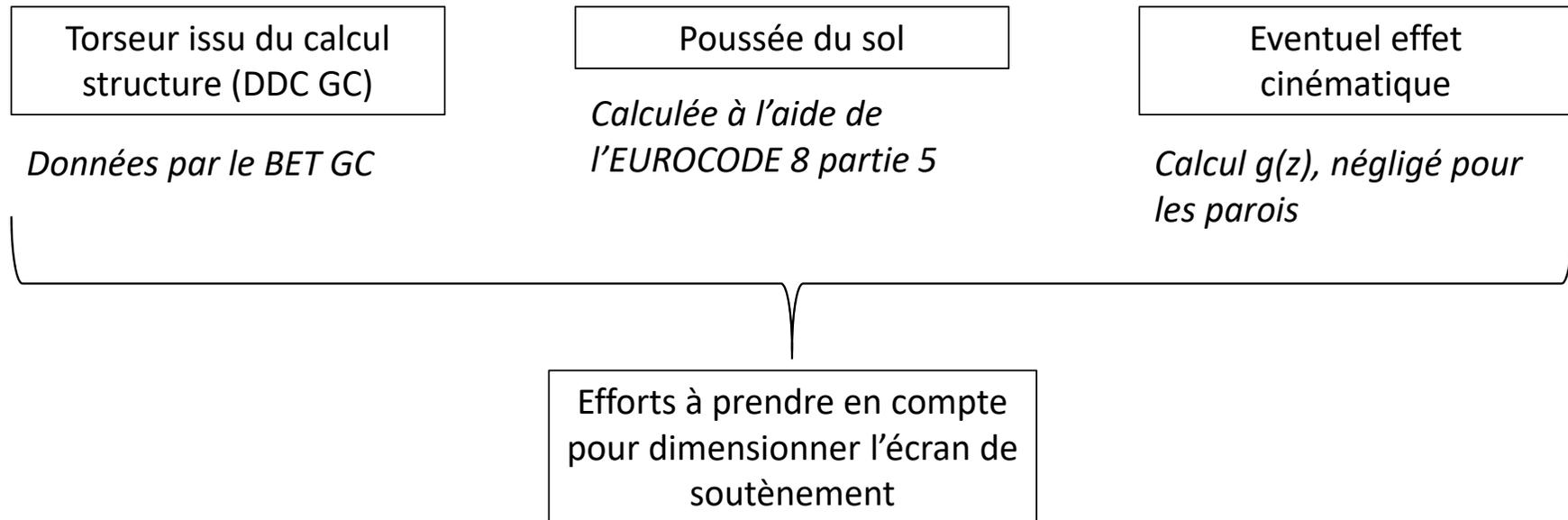
Sommaire

- Cas de charges
- Validité du modèle du BET
- Traitement des charges
 - Descente de charge par pieux
 - Descente de charge par panneaux
 - Torseur linéarisé
 - Torseur central ponctuel
 - Solutions imaginées par le BE, validées par les maîtrises d'œuvres. D'autres solutions sont possibles
- Conclusion

Cas de charge

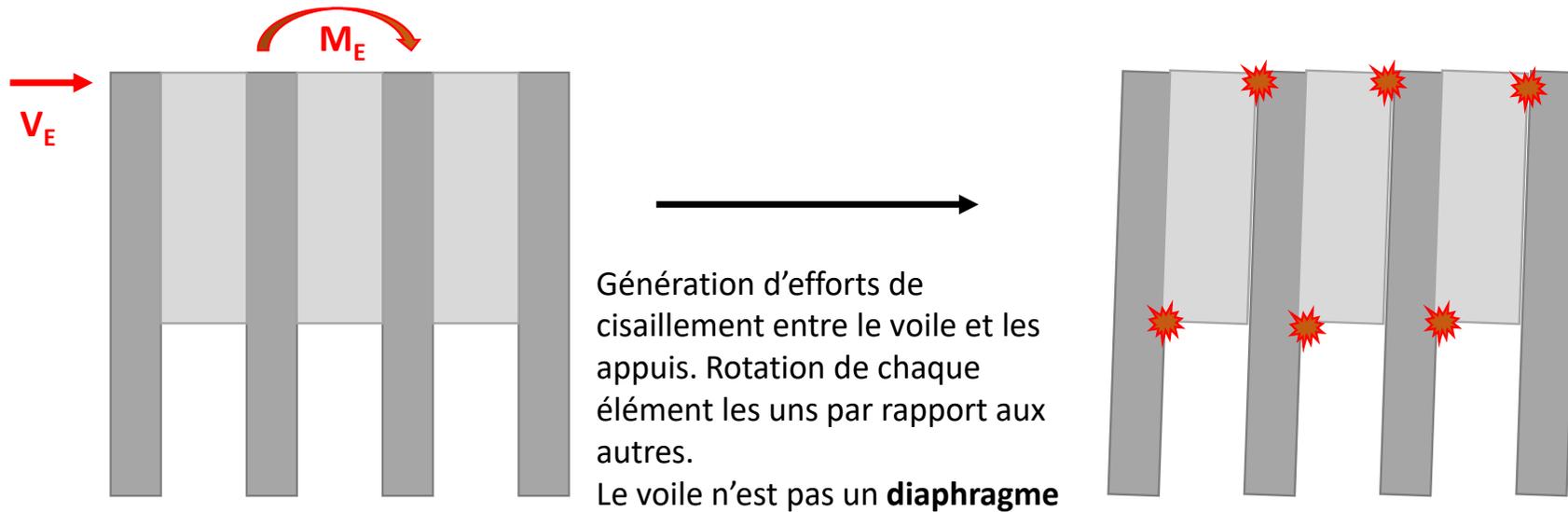


- Charge sismique d'un écran de soutènement



Vue de la problématique

Efforts inertiels



Génération d'efforts de cisaillement entre le voile et les appuis. Rotation de chaque élément les uns par rapport aux autres.

Le voile n'est pas un **diaphragme**

Analyse rapide de la problématique



Types de structure	Continuité béton	Continuité armatures
Paroi berlinoise	Oui	Oui
Paroi parisienne	Pas forcément le même béton	Possible
Paroi pieux sécants	Pas forcément	Non
Paroi pieux jointifs	Non	Non
Paroi moulée	Oui	Non

Rappel sur la poussée du sol

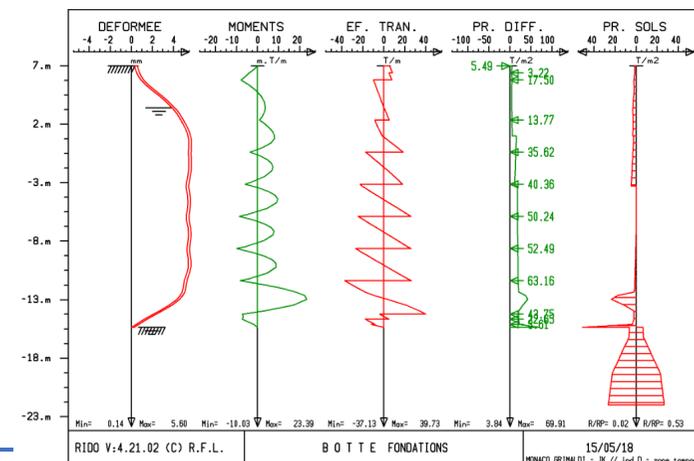
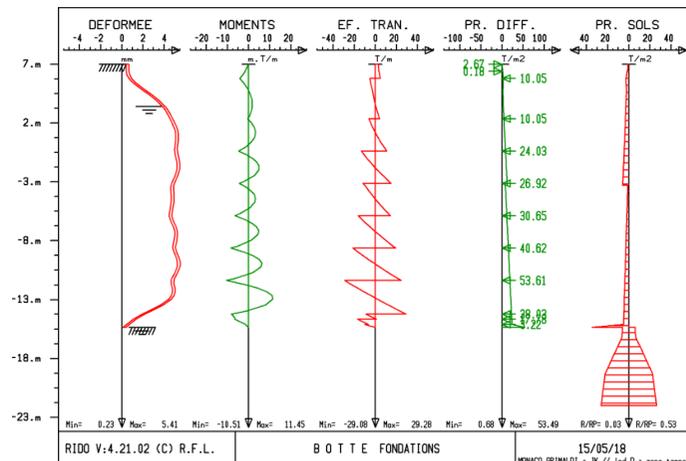
- Calcul selon Mononobe-Okabe
 - Fourniture d'une poussée supplémentaire
 - Calcul du delta de pression à modéliser

Paroi souple:
$$\Delta E_d = E_d - E_0 = \frac{1}{2} \gamma * H^2 [(1 + k_v) * K_{ad}] + E_{ws} + E_{wd} - \frac{1}{2} \gamma * K_{as} H^2$$

Paroi rigide:
$$\Delta Pd = \alpha * S * \gamma * H^2$$

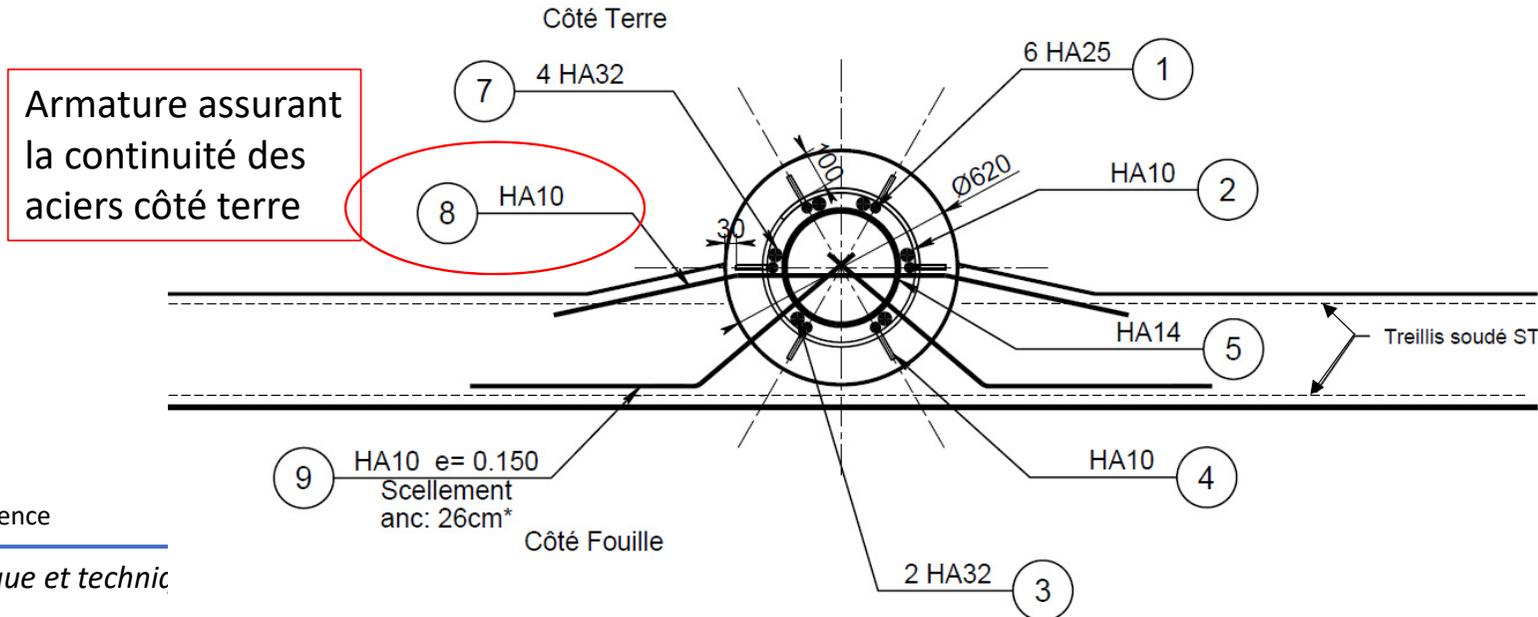
Effort statique

- Ajout de ce delta dans le logiciel de calcul de l'écran (RIDO, K-Rea, ...)



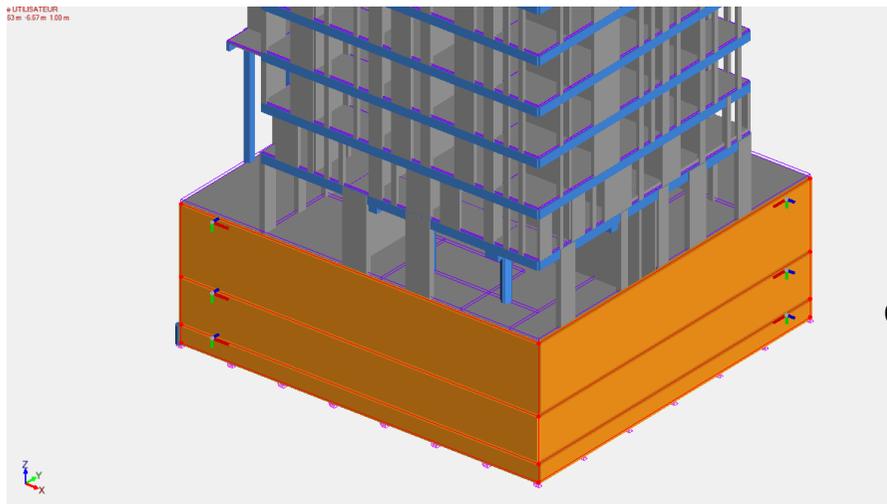
Validité du modèle du BET

- Importance de la modélisation dans les résultats
 - Paroi prévue discontinue (pieux parisiens) modélisée comme un voile continu
 - Effet de diaphragme → adaptation structure nécessaire → création d'un voile continu
 - Armatures traversantes, ou voile réalisé devant le pieu

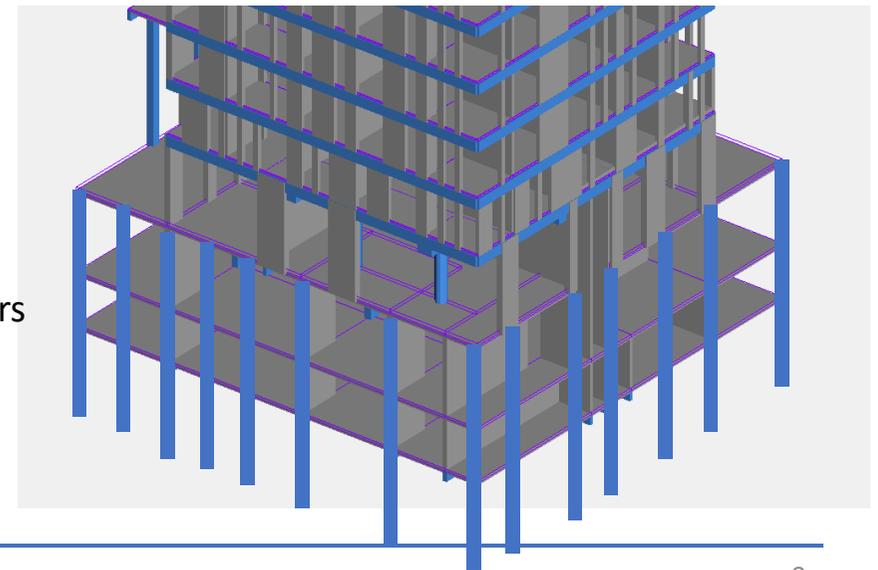


Validité du modèle du BET

- Importance de la modélisation dans les résultats
 - Paroi discontinue (pieux sécants) modélisée comme un voile continu
 - Effet de diaphragme → efforts majorés → nécessité de modéliser le comportement réel (impossibilité de reprendre les efforts donnés avec la structure réelle)

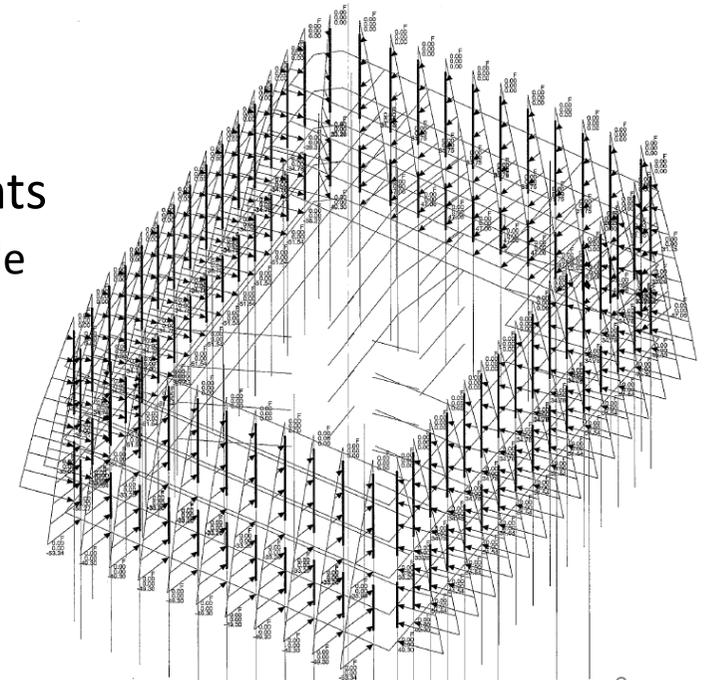
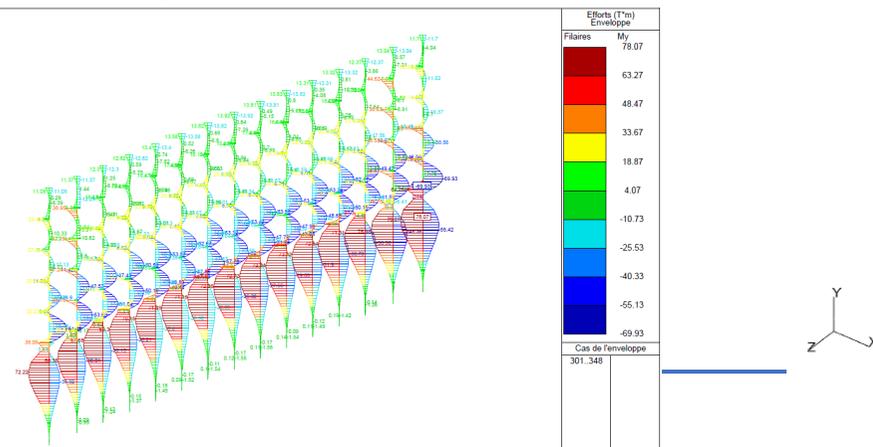


→
Suppression du
voile.
Représentation
des pieux porteurs
avec raideur
linéique



Validité du modèle du BET

- Projets en Paroi Moulée
 - À modéliser comme une succession de barrettes, avec frottements à leur interface
 - Est donc un écran discontinu
 - Permet d'avoir les efforts par panneaux
 - Parfois efforts transmis sur plancher trop importants
 - Nécessité d'adapter la structure et réaliser un contrevoile

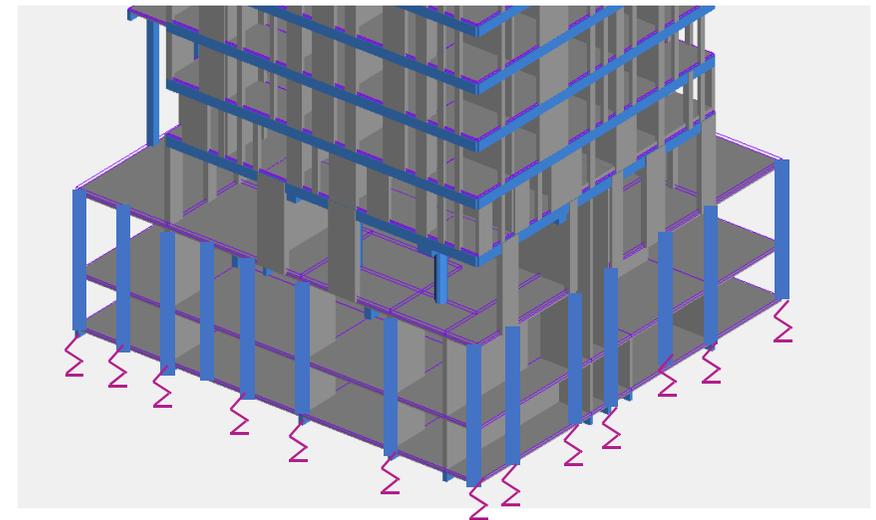
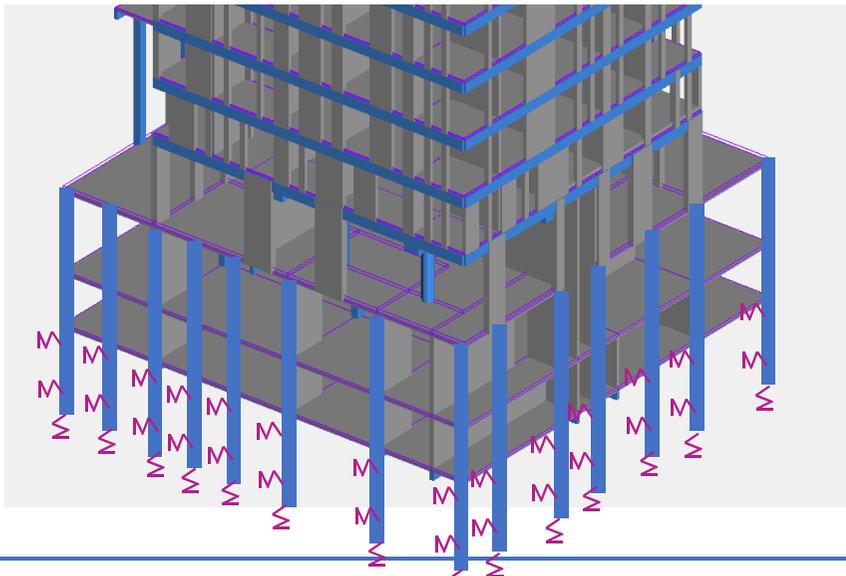


Traitement des charges

- Plusieurs types de données d'entrée fournies par le BET
 - DDC par pieu/panneau
 - Cas idéal
 - Nécessité d'itérer pour faire converger la DDC avec les bonnes raideurs
 - Torseur en milieu de voile, ou torseur linéarisé
 - Traitement dépend du type de paroi: continue ou discontinue

Descente de charge définie par pieux

- Deux cas rencontrés:
 - 1 - Pieu modélisé sur toute sa hauteur dans le modèle BET
 - 2 - Pieu modélisé sur la hauteur de la fouille, puis appui ponctuel

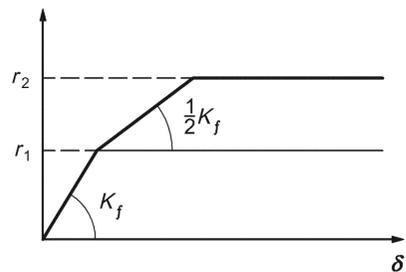


Descente de charge définie par pieux

- 1 - Pieu modélisé sur toute sa hauteur dans le modèle BET
 - Pas d'itérations à prévoir
 - Modèle numérique plus compliqué à définir, et à contrôler (paliers notamment)

$$K_f = \frac{36E_M}{\frac{4B_0}{3B} \left[2.65 \frac{B}{B_0} \right]^\alpha + \alpha} \quad (B \geq B_0);$$

$$K_f = \frac{36E_M}{\frac{4}{3} [2.65]^\alpha + \alpha} \quad (B < B_0)$$



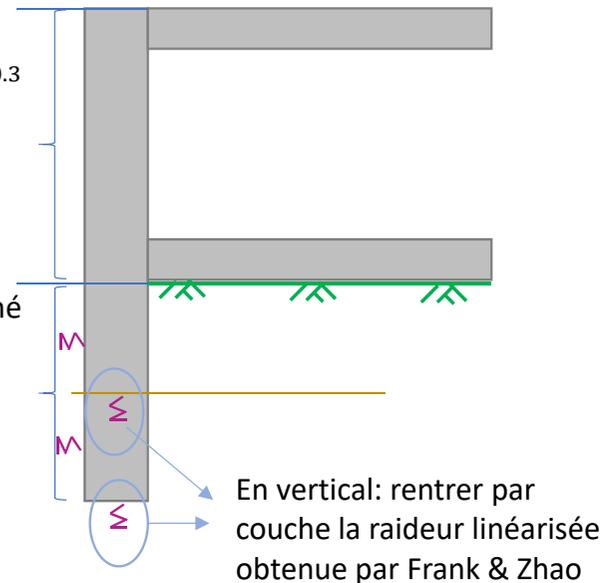
$$r_1 = B \times p_f^*; r_2 = B \times p_l^*$$

Données béton instantané

$$E_{cm} = 22000 \times \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$$

$$I = \pi \times D^4$$

Données béton instantané
+ par couches: modules instantanés de Ménard
Rentrer les paliers (ou vérifier que pour chaque pieu les paliers ne sont pas dépassés



Descente de charge définie par pieux

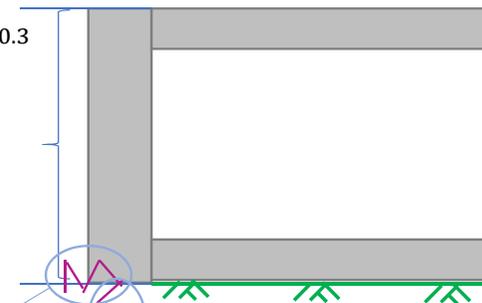
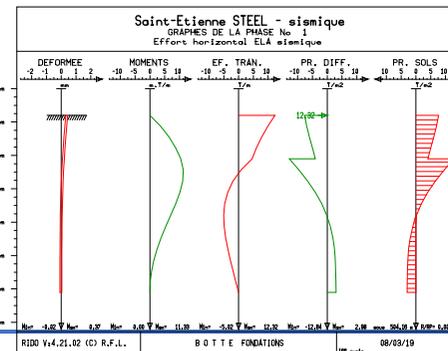
- 2 - Pieu modélisé sur la hauteur de la fouille, puis appui ponctuel
 - Nécessité de réaliser des itérations pour faire converger la DDC
 - *Modèle préconisé: CT38 §4.4.3.1*
 - Critère d'acceptabilité communément admis: $0.9 \leq DDC_n / DDC_{n-1} \leq 1.1$

Données béton
instantané

$$E_{cm} = 22000 \times \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$$

$$I = \pi \times D^4$$

Raideur horizontale obtenue
par modélisation: $K=H/\delta$



Raideur verticale obtenue
par Frank et Zhao

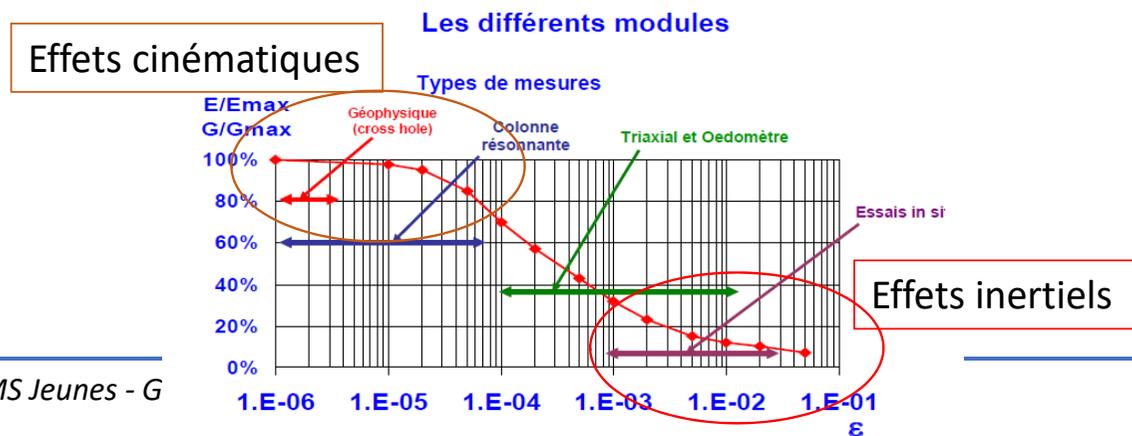
Usages : modéliser la partie inférieure de la paroi comme un pieu:

- Dégradation sur 4ϕ du module et de la pression de fluage par 2

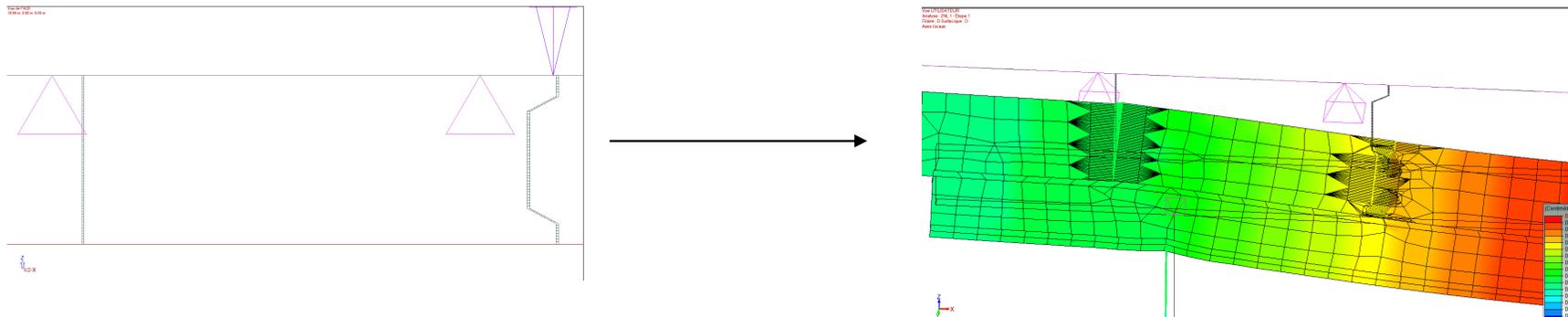
Descente de charge définie par panneaux (PM)



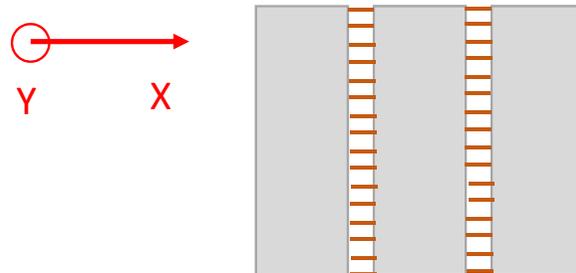
- Deux cas rencontrés:
 - 1 - Panneau modélisé sur toute sa hauteur dans le modèle BET
 - Se rapporter au cas de pieu, avec module de Schmitt
 - Inclure dans la modélisation les frottements béton à l'interface entre panneaux
 - 2 - Panneau modélisé sur la hauteur de la fouille, puis appui ponctuel
 - Se rapporter au cas de pieu, avec module de Schmitt
 - *NB général: le module de Schmitt peut être augmenté, selon §6.1 CT38*



Focus sur l'interface entre panneaux



Modélisation des joints et intercages par des éléments filaires, de mêmes caractéristiques que le béton

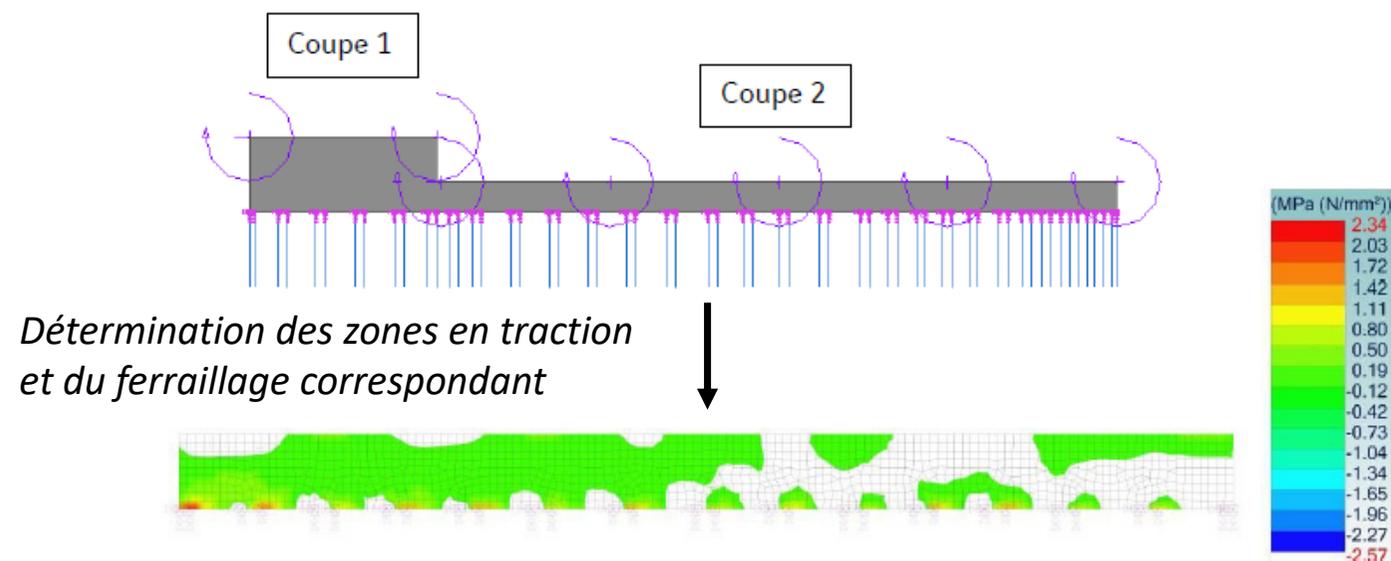


Modélise l'effet des joints pour un effort selon X.
 Pour un effort selon Y, les cages sont indépendantes.
NB: effort sismique selon z négligé

- Éléments filaires, d'inertie correspondant à la hauteur et à l'épaisseur de béton prise en compte

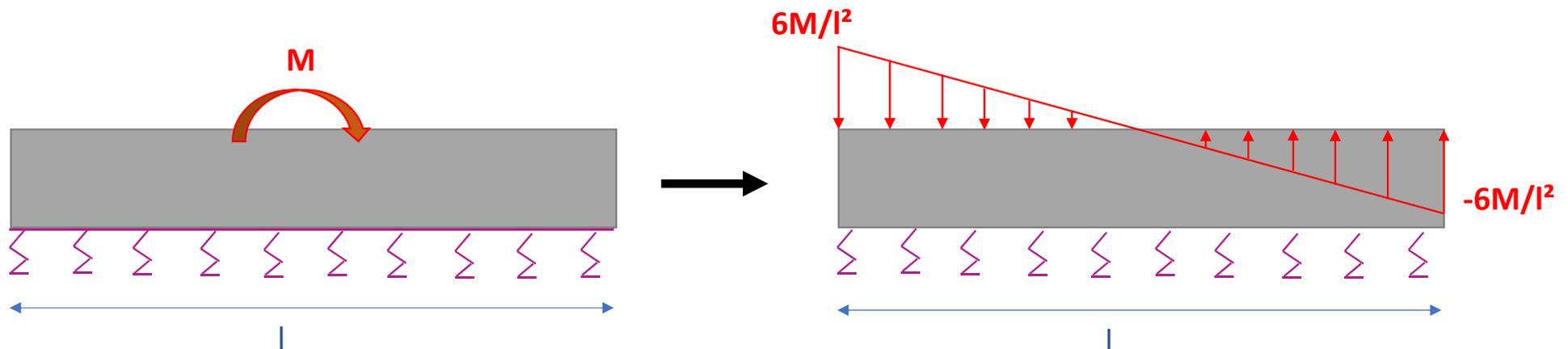
Torseur linéarisé

- Possibilité de réaliser un modèle numérique pour obtenir les efforts par appuis structurels (*Calcul GRAITEC*)



Torseur ponctuel

- Nécessité de réaliser un modèle compression/traction
 - Le voile (ou la poutre de couronnement) ne peut pas répartir les efforts sur la longueur de la paroi
 - Modélisation des pieux porteurs sous forme de ressorts
 - Si efforts verticaux, ajout des charges sur appuis

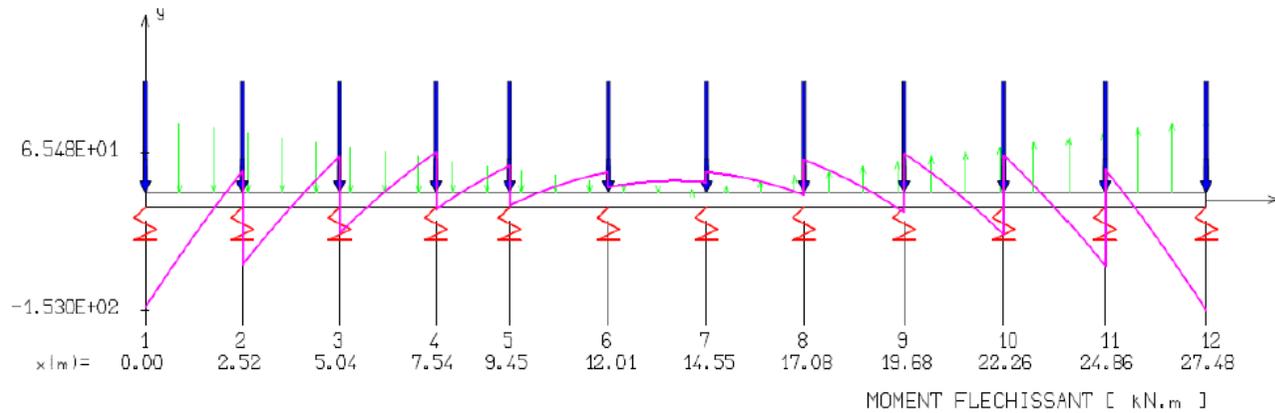


Torseur ponctuel

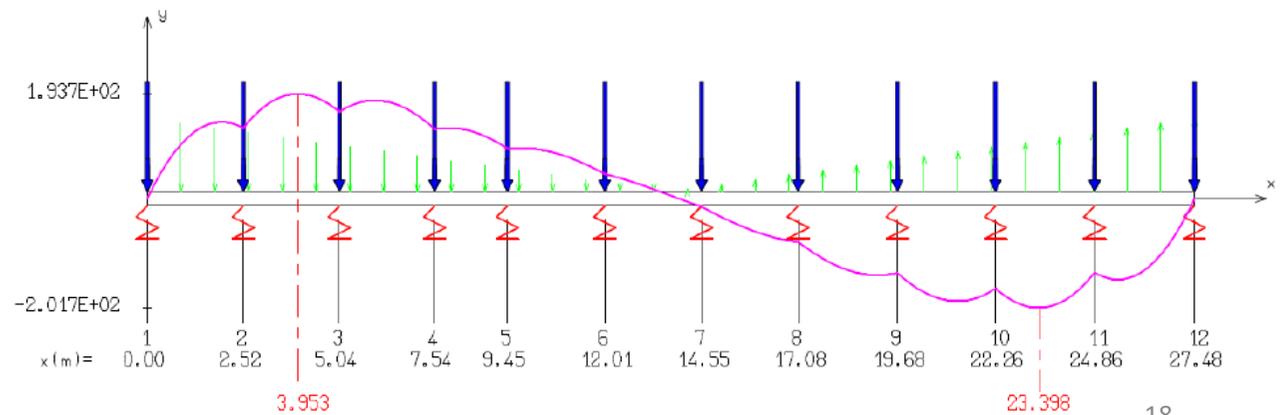


- Exemple de résultats (*calculs RDM6*)

EFFORT TRANCHANT [kN]



Obtention des efforts dans le voile et des réactions des appuis



Conclusion

- Beaucoup de configurations différentes
 - Tant dans la structure
 - Que dans les données d'entrée
- Besoin de traiter les données pour les rendre exploitables
- Selon les efforts en jeu, nécessité d'adapter la structure pour créer des diaphragmes



Merci pour votre attention