

Réduction des modes d'interface sol-structure

Méthode de réduction modale à l'interface Sol -Structure

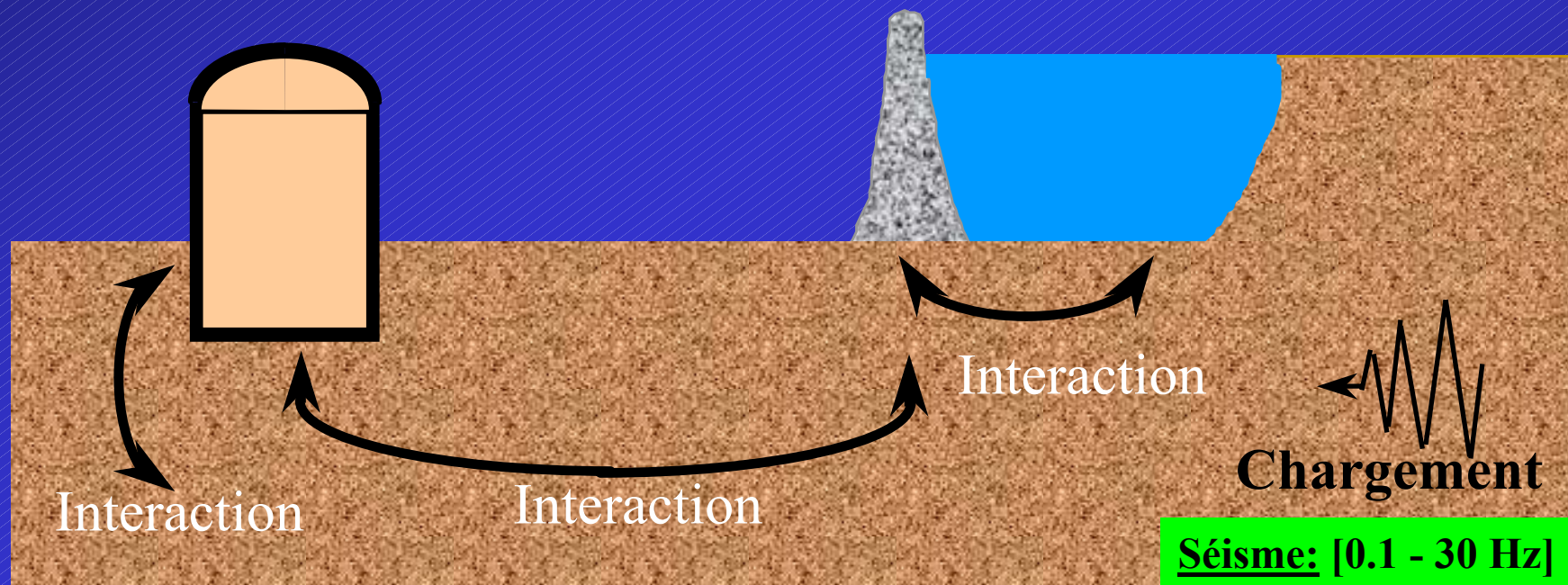
G. Devésa – V. Guyonvarh
EDF/R&D/AMA

Réduction des modes d'interface sol-structure

Généralités sur l'Interaction Sol-Structure (ISS)

Problématiques visées:

Tenue des structures sous chargements dynamiques vibratoires.

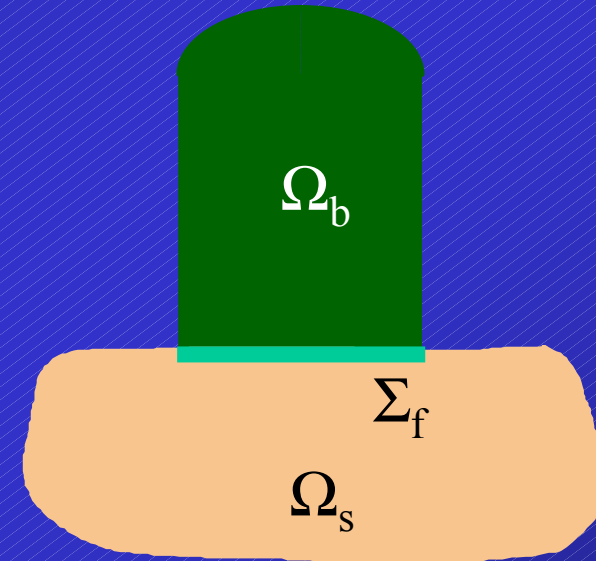


Réduction des modes d'interface sol-structure

La méthode de sous-structuration

Domaines

- Les bâtiments : $\Omega_{b1}, \Omega_{b2}, \dots$
- Les fondations (interfaces) : $\Sigma_{f1}, \Sigma_{f2}, \dots$
- Le sol : Ω_s



Maillage

- Le(s) bâtiment(s)
- Les interfaces des sous domaines
 - ➔ *Éléments surfaciques.*

Maillage de Σ_f



Le sol

➔ MISS3D

Réduction des modes d'interface sol-structure

La résolution du problème d'ISS

- Modes dynamiques de(s) structures(s) Φ_d sur base(s) encastrée(s)
- Modes statiques d'interface(s) Ψ_s
- Les facteurs de participation modaux α_d et β_s et $q = [\alpha \beta]$ coord. généralisées

Champ de déplacement de la structure :

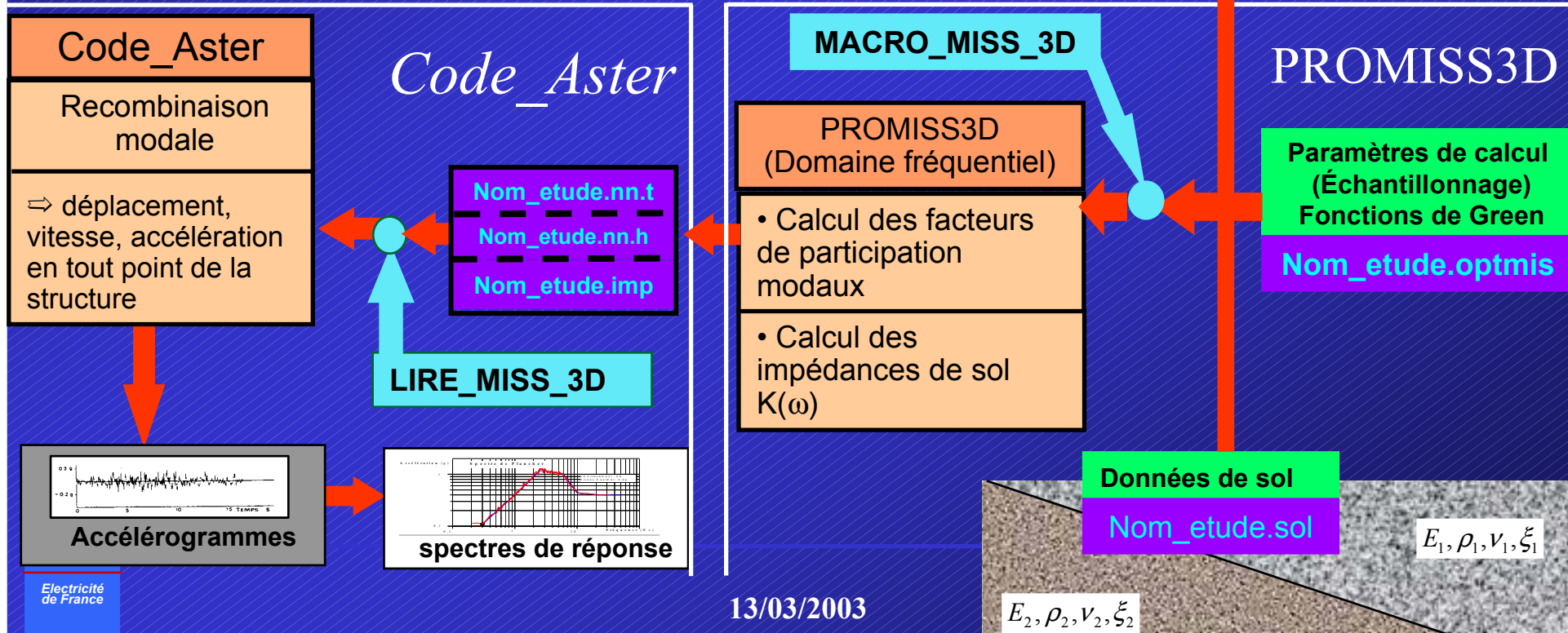
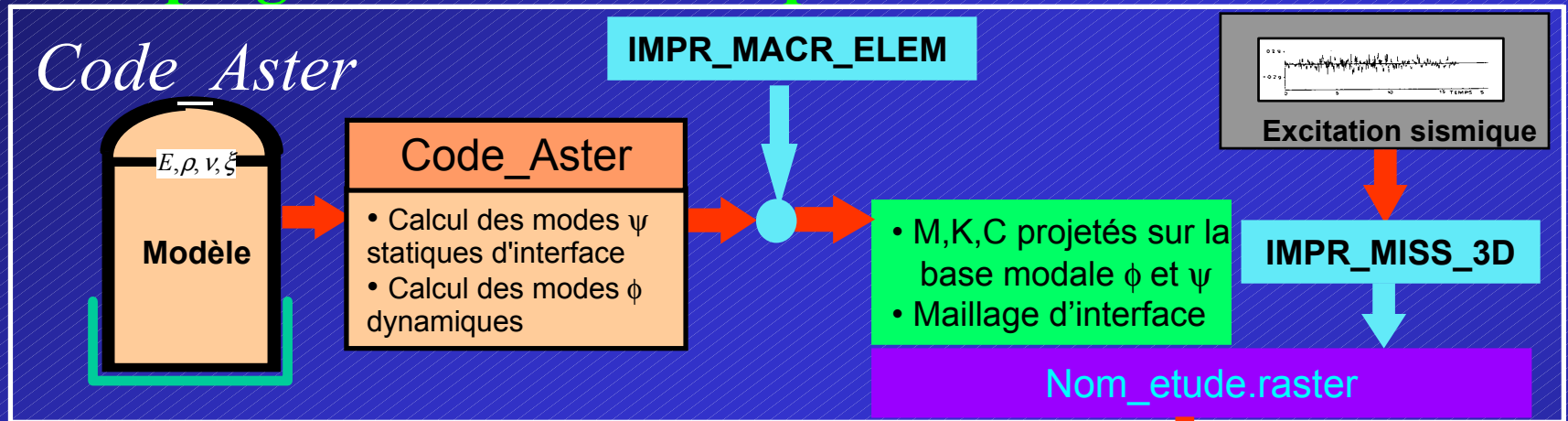
$$u(x, t) = \sum_d \alpha_d(t) \Phi_d(x) + \sum_s \beta_s(t) \Psi_s(x)$$

Équilibre réduit aux interfaces dans le domaine des fréquences:

$$\underbrace{\{ \mathbf{K}_b + i\omega \mathbf{C}_b - \omega^2 \mathbf{M}_b \}}_{\text{Équation d'équilibre du bâtiment}} + \underbrace{\mathbf{K}_s(\omega)}_{\text{Impédance du sol}} \} q - \underbrace{\mathbf{f}_i(\omega)}_{\text{Forces sismique et extérieures}} = 0$$

Réduction des modes d'interface sol-structure

Le couplage Aster/MISS3D pour les calculs d'ISS



Réduction des modes d'interface sol-structure

Les modes de fondation

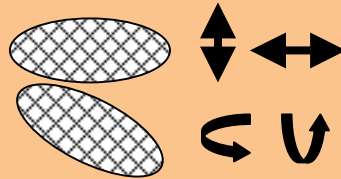
Fondation rigide

Mouvement de corps rigide

Relation aux Nœuds:

LIAISON_SOLIDE

- 3 translations
- 3 rotations



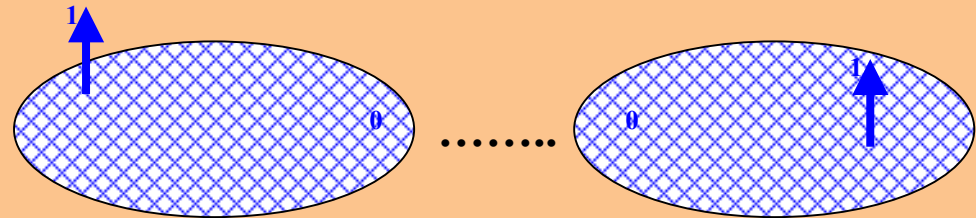
→ 6 modes de fondation

Fondation souple

Modes statiques d'interface contraints

Relation aux nœuds :

Aucune

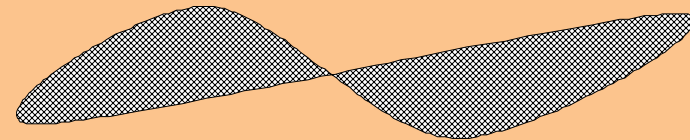


→ Égal au nombre de ddl de la fondation

Modes de fondation

Relation aux nœuds :

Aucune



Sélection optimisée des modes de fondation

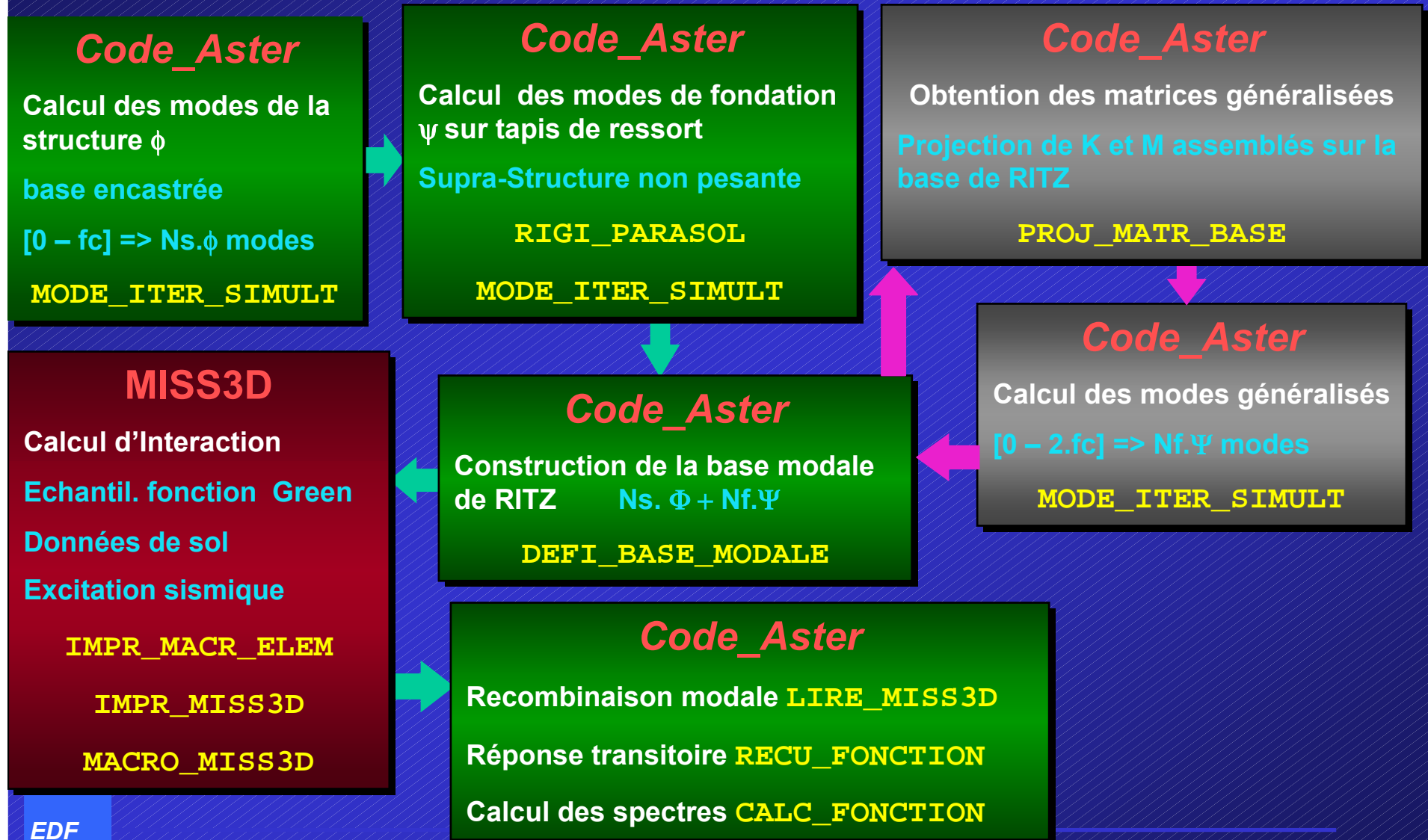
→ Très peu de modes

En fondation souple:

→ Remplacer les modes statiques
contraints par peu de modes de fondation

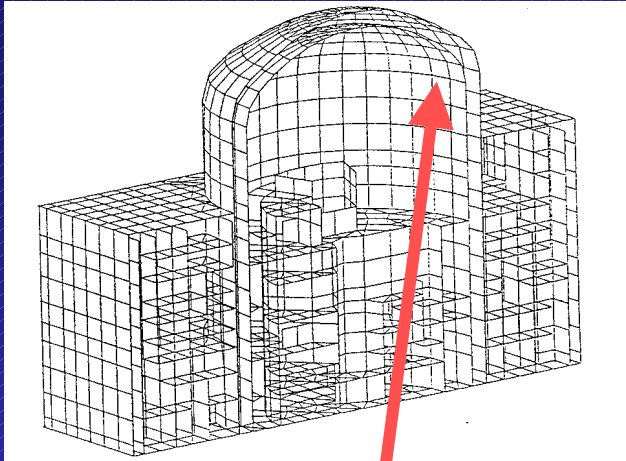
Réduction des modes d'interface sol-structure

Le synoptique de la réduction des modes d'interface



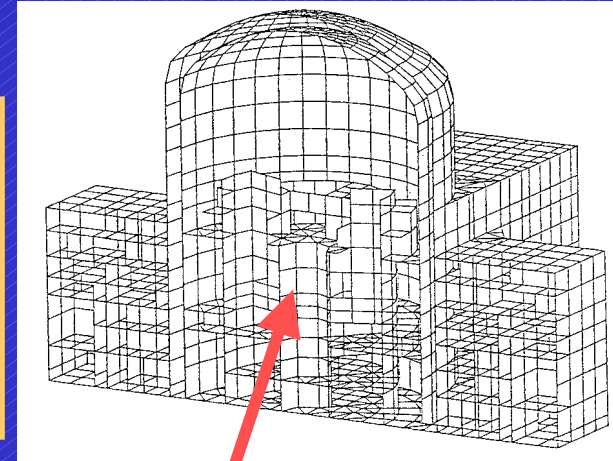
Réduction des modes d'interface sol-structure

Application – Îlot nucléaire EPR



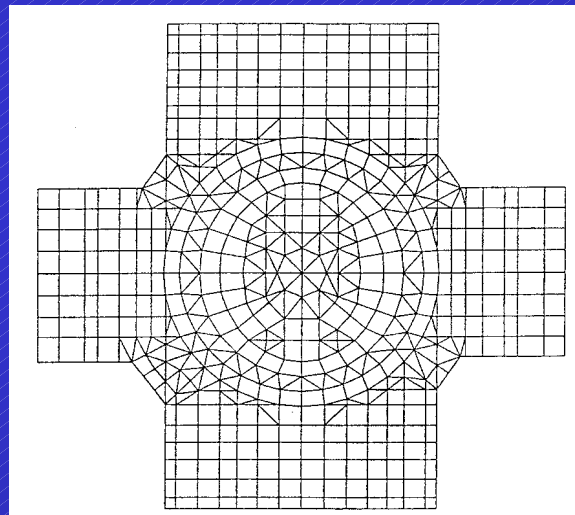
Enceinte interne

Structure
~ 40 000 ddls
9 500 éléments plaques
100 éléments poutres
600 discrets



Structures internes

Fondation
658 éléments surfaciques
577 noeuds

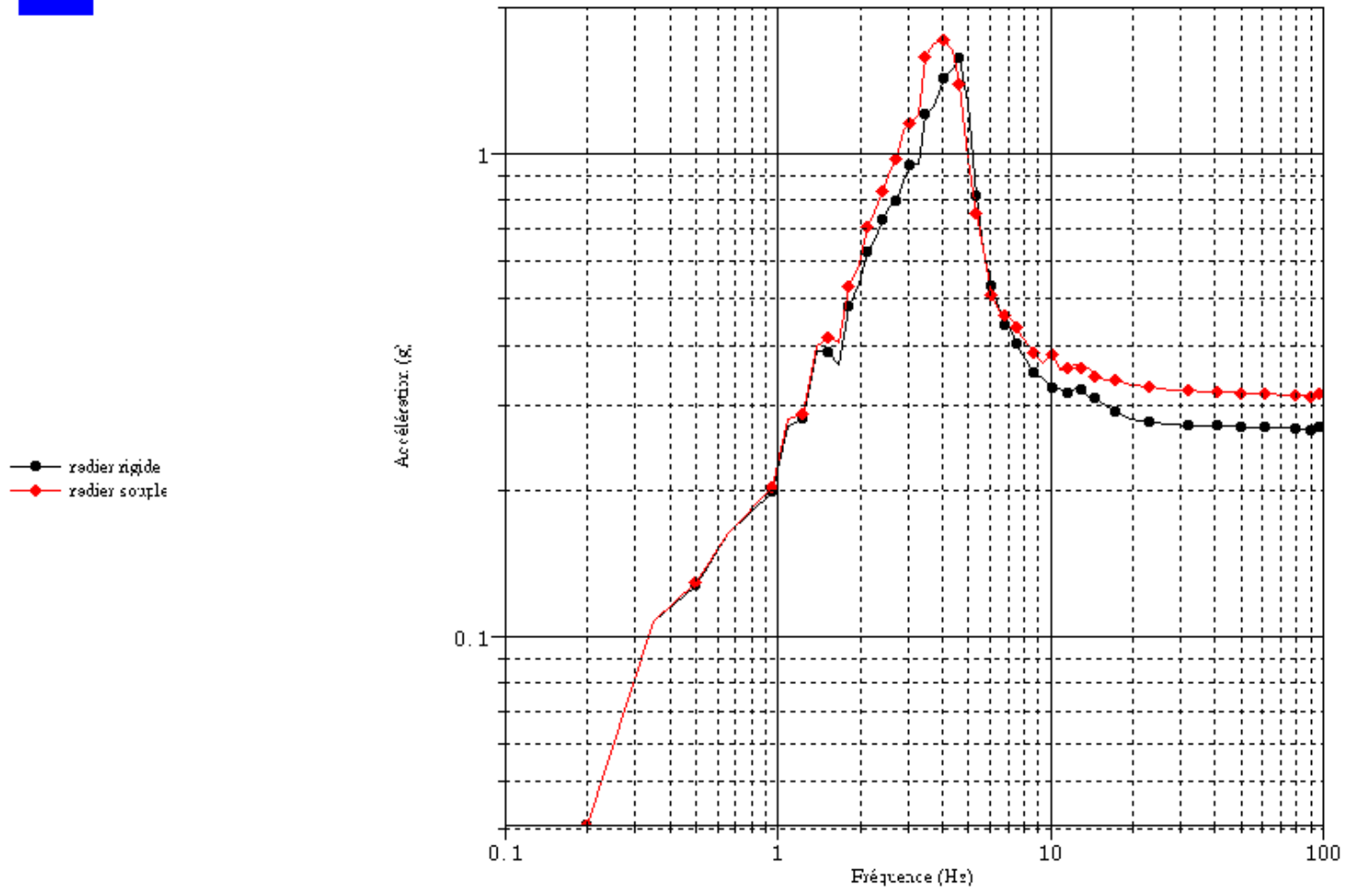


Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison Radier rigide – Radier Souple

EDF
Electricité
de France

Enceinte interne à 46.00 m – Amortissement = 4%



EDF

Electricité
de France

13/03/2003

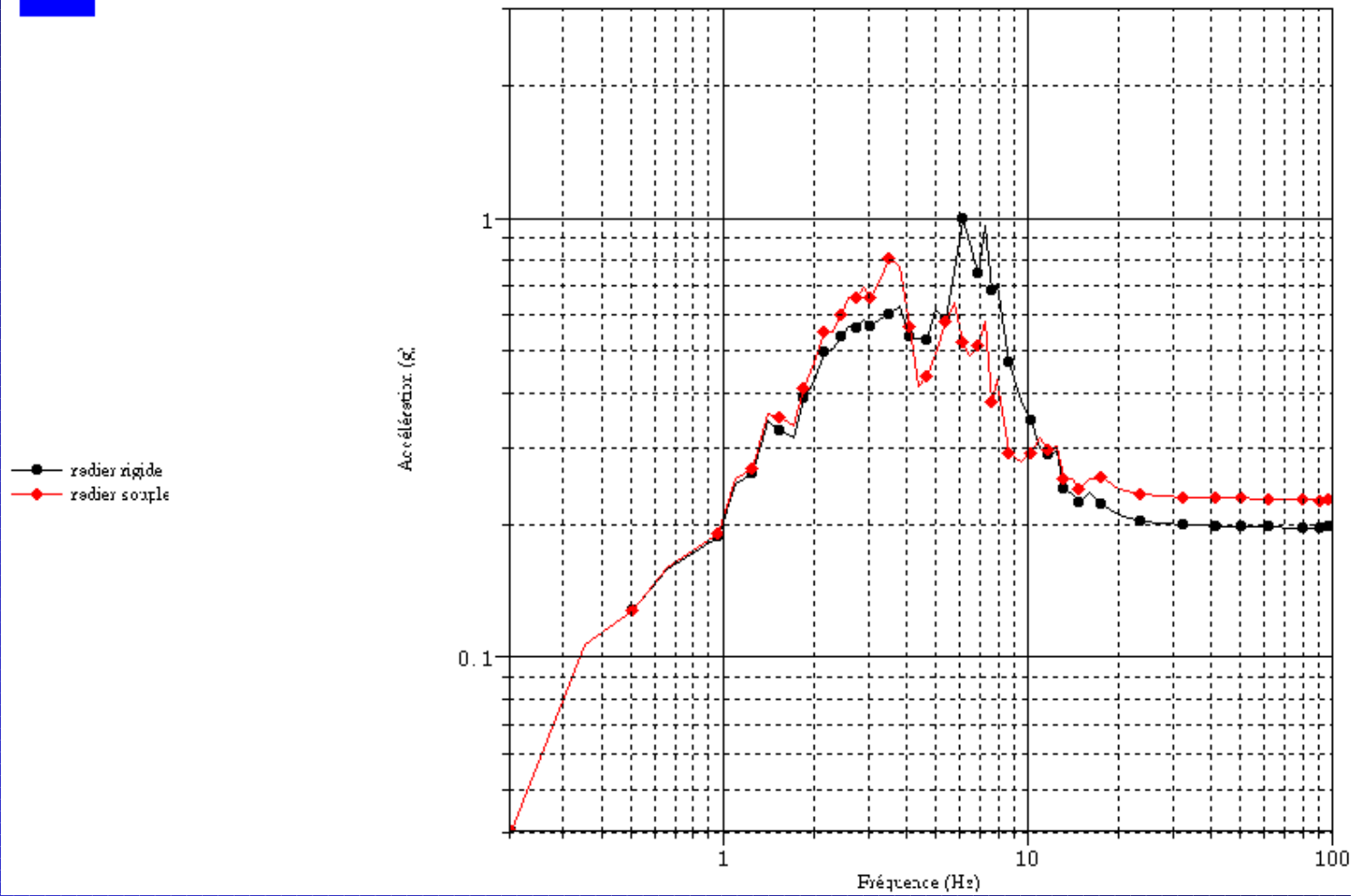
Code_Aster

Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison Radier rigide – Radier Souple

EDF
Electricité
de France

Structures internes à 19.50 m – Amortissement = 4%



EDF

Electricité
de France

13/03/2003

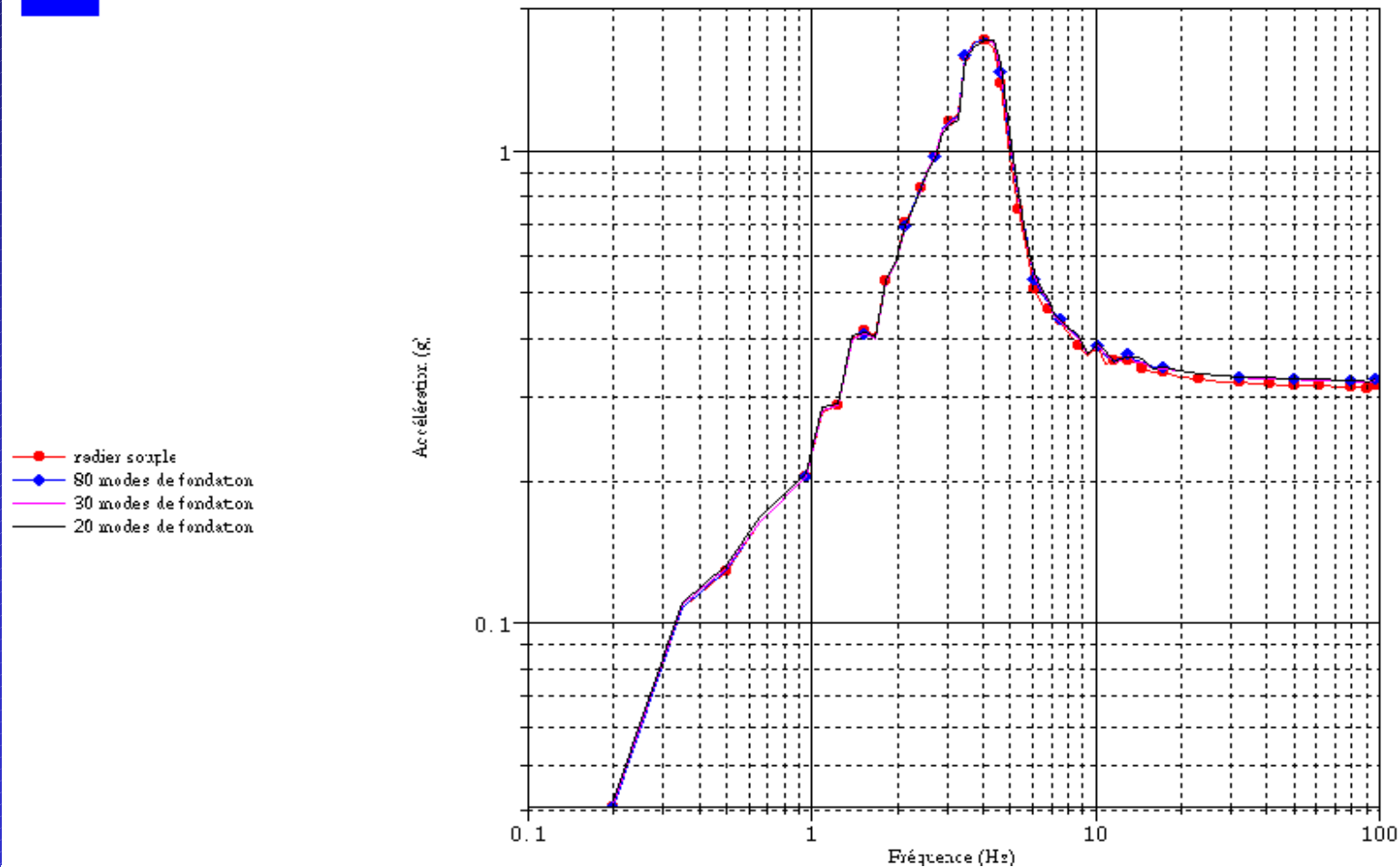
Code_Aster

Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison modes statiques – modes fondation



Enceinte interne à 46.00 m – Amortissement = 4%



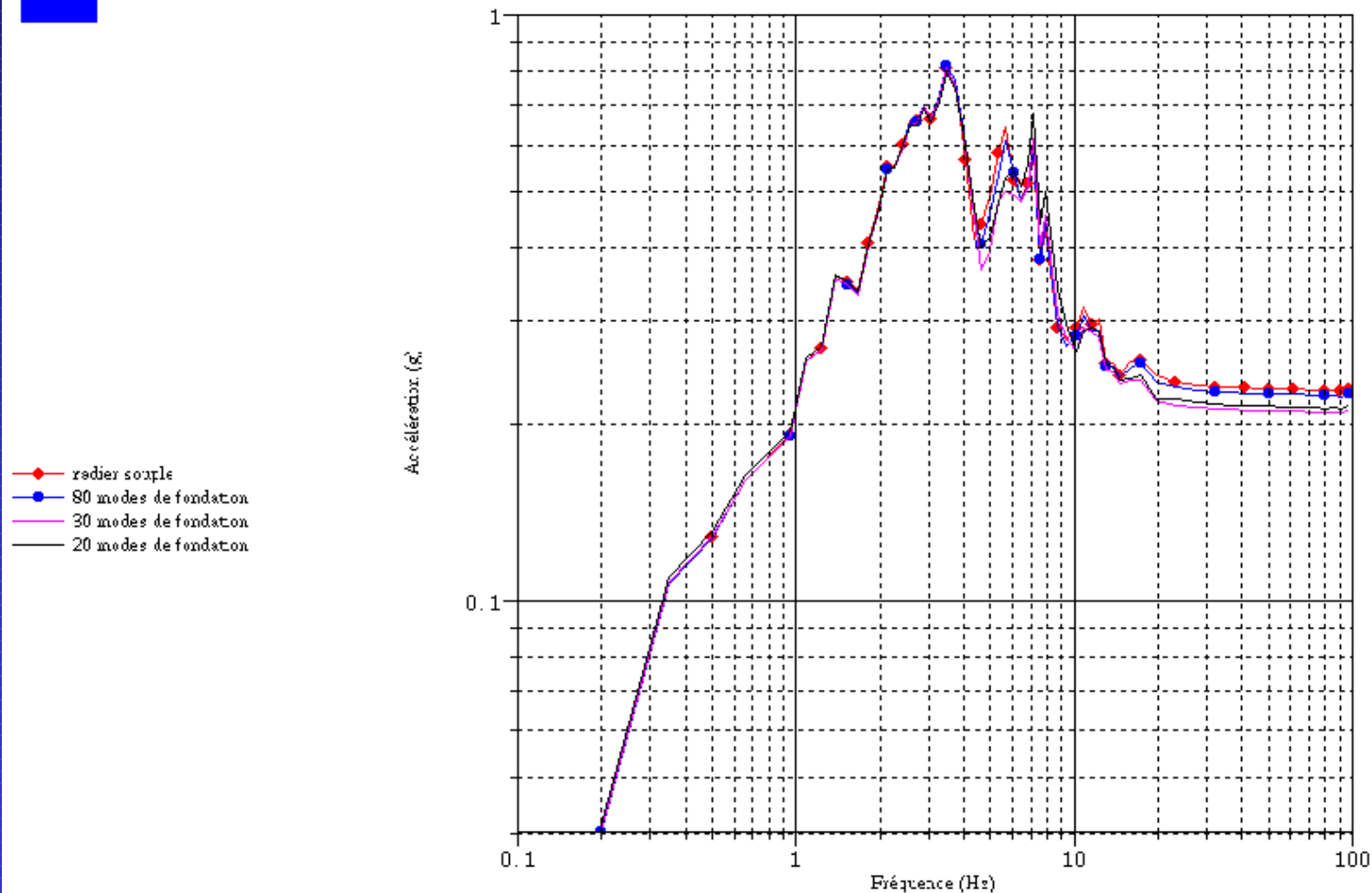
➔ 80 modes de fondation (30 000s) \Leftrightarrow 1731 modes statiques contraints (325 000s)

Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison modes statiques – modes fondation



Structures internes à 19.50 m – Amortissement 4%



➔ 80 modes de fondation (30 000s) \Leftrightarrow 1731 modes statiques contraints (325 000s)

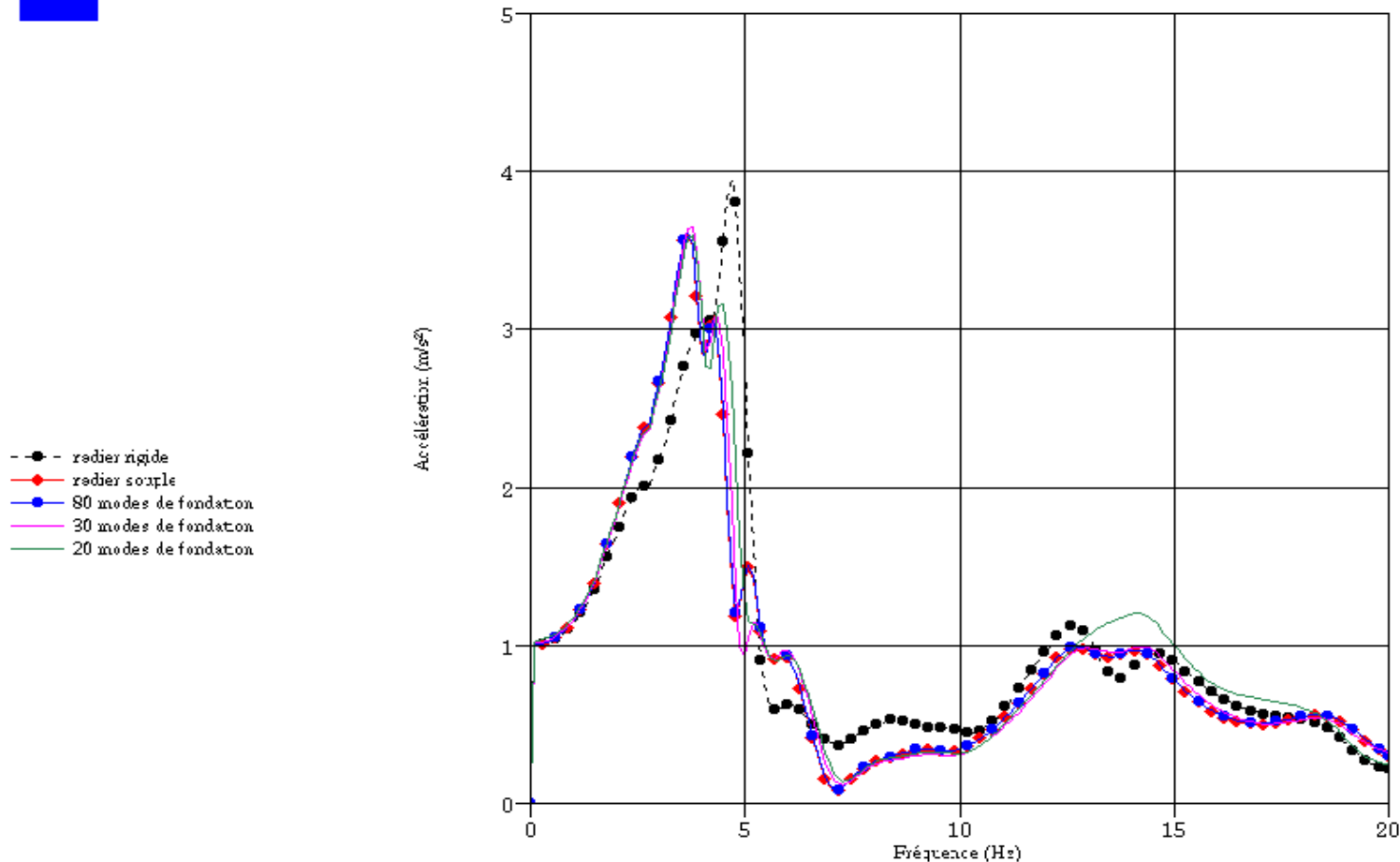
Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison modes statiques – modes fondation

Fonctions de transfert (Excitation harmonique : accélération unitaire)



Enceinte interne à 46.00 m



➔ 80 modes de fondation (30 000s) \Leftrightarrow 1731 modes statiques contraints (325 000s)

EDF

Electricité
de France

13/03/2003

Code_Aster

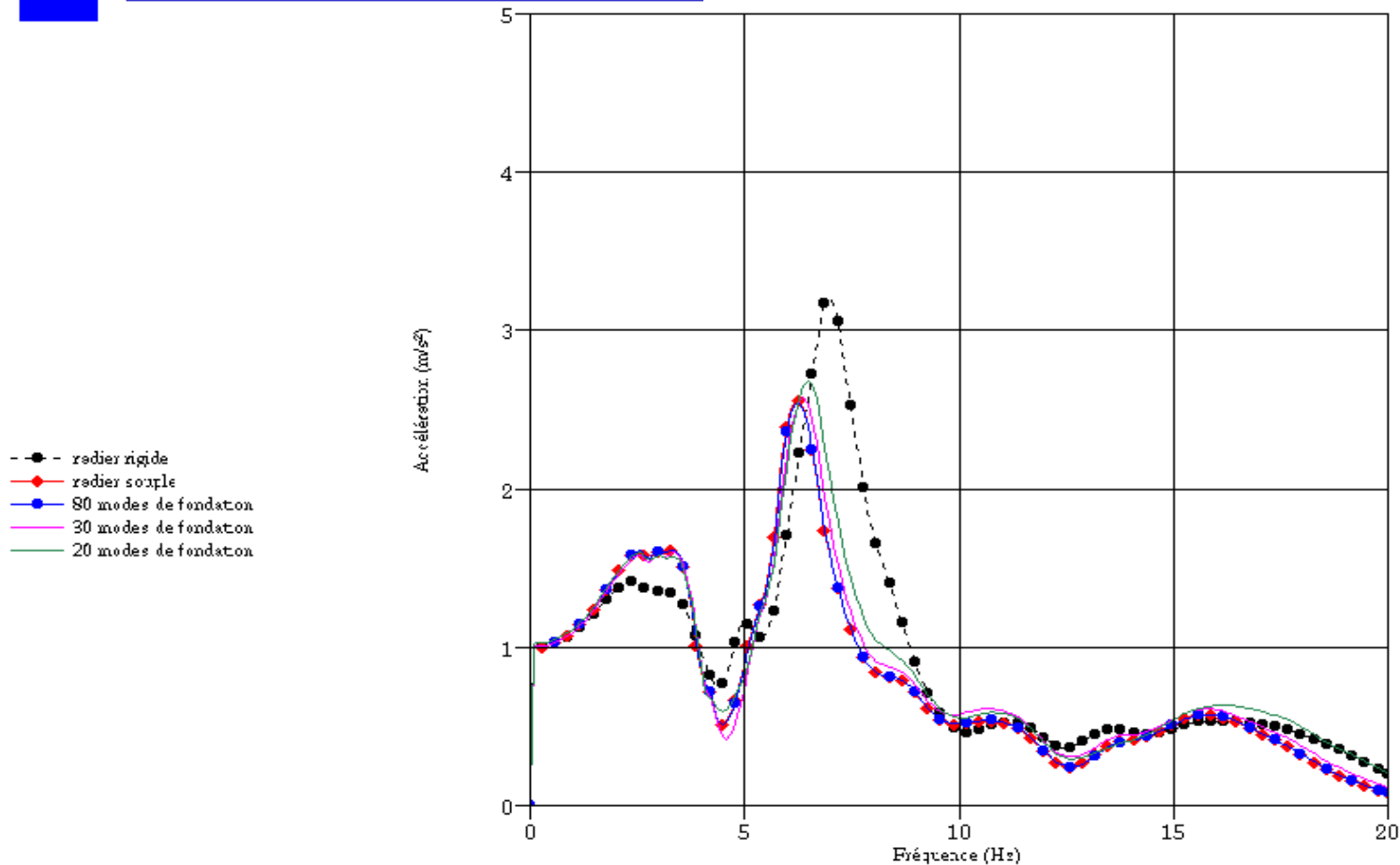
Réduction des modes d'interface sol-structure

Comparaison modes statiques – modes fondation

Fonctions de transfert (Excitation harmonique : accélération unitaire)



Structures internes à 19.50 m



➔ 80 modes de fondation (30 000s) \Leftrightarrow 1731 modes statiques contraints (325 000s)

EDF

Electricité
de France

13/03/2003

Code_Aster