

Méthodes d'estimation du comportement sismique d'un circuit primaire de Réacteur à Eau Pressurisée

On justifie la sûreté des réacteurs nucléaires en conditions accidentelles et plus particulièrement en cas de séisme par les dossiers de dimensionnement. **Au-delà des situations accidentelles de référence, EDF doit montrer que ses centrales présentent des marges de sécurité.** C'est dans ce cadre que le projet CACIP a été engagé, projet dont l'objectif est de contribuer à l'évaluation des marges sismiques de dimensionnement du Circuit Primaire Principal (CPP) liées aux méthodes d'analyse. Cela consiste à déterminer la différence (en termes d'efforts et de déplacements en des points choisis de la structure étudiée) entre une évaluation enveloppe issue de calculs de type dimensionnement et des résultats issus de calculs « best - estimate » conduits avec le Code_Aster.

Pour cela on détermine les accélérations au niveau des ancrages du CPP qui sont ensuite utilisées comme excitation du CPP afin d'obtenir les efforts et déplacements en des points caractéristiques du circuit. Pour évaluer les marges de dimensionnement relatives aux accélérations subies par les ancrages, on étudie en particulier l'influence de la nature du sol, de la modélisation de l'interaction sol - structure et de la modélisation du bâtiment (1D, 3D et prise en compte de la souplesse du radier).

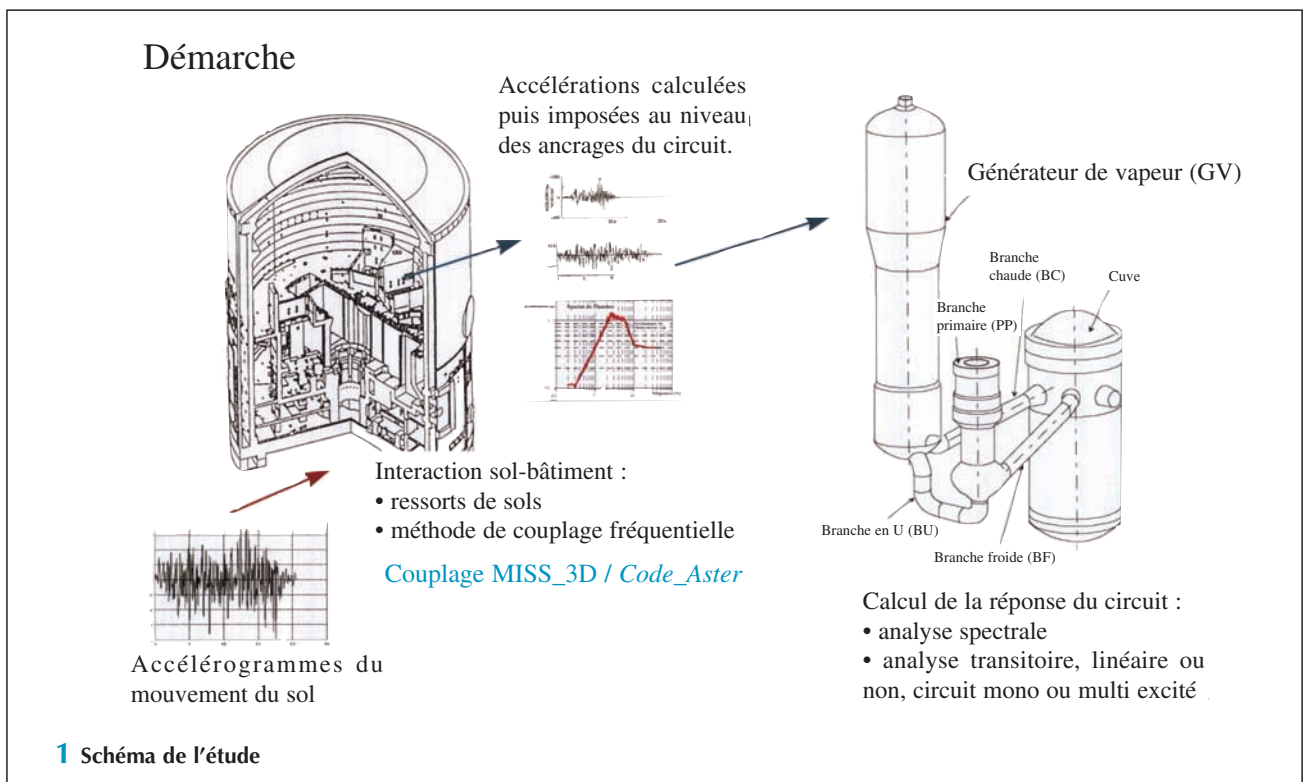
On commence par calculer le comportement du bâtiment sous l'excitation sismique transmise par le sol. On considère alors un sol homogène et isotrope dont le module

varie de 444 MPa à 15 000 MPa. On tient compte aussi de l'Interaction Sol - Structure (ISS) en fixant à la base du modèle :

- soit un ressort dont les raideurs sont préalablement fixées (méthode de DELEUZE utilisée lors du dimensionnement) ;
- soit un ressort dont les raideurs varient avec la fréquence (méthode fréquentielle de couplage).

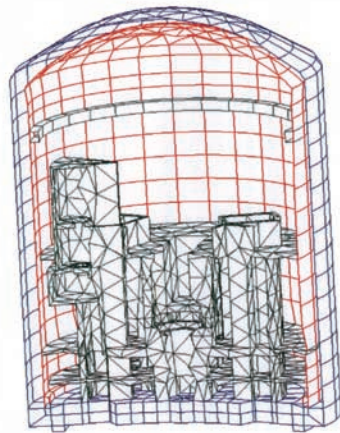
La fondation du bâtiment est superficielle, on considère qu'elle est rigide ou souple.

Afin d'évaluer les effets de couplage entre le bâtiment, le circuit et l'ISS dans le cas d'une fondation souple, un modèle 3D du bâtiment a été réalisé. Il

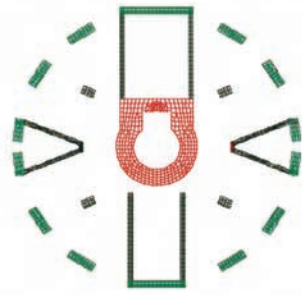


Méthodes d'estimation du comportement sismique d'un circuit primaire de Réacteur à Eau Pressurisée (suite)

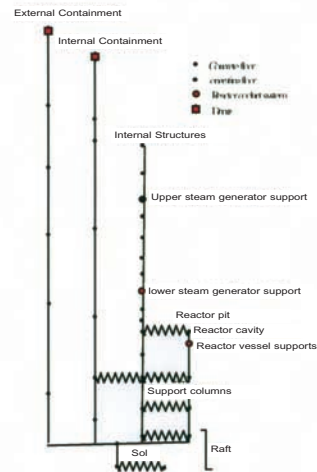
2 Réalisation du modèle 1D du BR



Bâtiment Réacteur : modèle 3D
Circuit Primaire Principal : modèle filaire



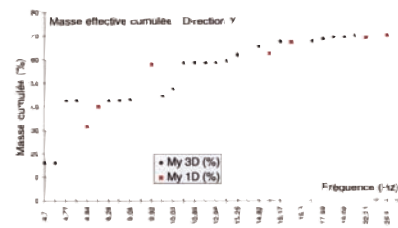
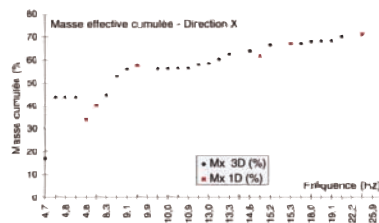
Coupe : plancher à -2,40 m



Bâtiment Réacteur : modèle brochette
Circuit Primaire Principal : masses ponctuelles

est constitué d'éléments quadratiques volumiques pour le radier, la piscine et les structures internes (puits de cuve, jupe et voiles) et d'éléments de plaques pour les deux enceintes. Le CPP est modélisé par un modèle filaire linéaire équivalent.

Le modèle 1D du bâtiment a été obtenu par condensation du modèle 3D. Il est composé de 4 brochettes qui représentent respectivement les deux enceintes, le puits de cuve et les structures internes. Les caractéristiques des poutres équivalentes du modèle 1D ont été déterminées à partir de coupes transversales du modèle 3D (2). Le CPP est pris en compte sous la forme de masses et d'inerties ponctuelles.

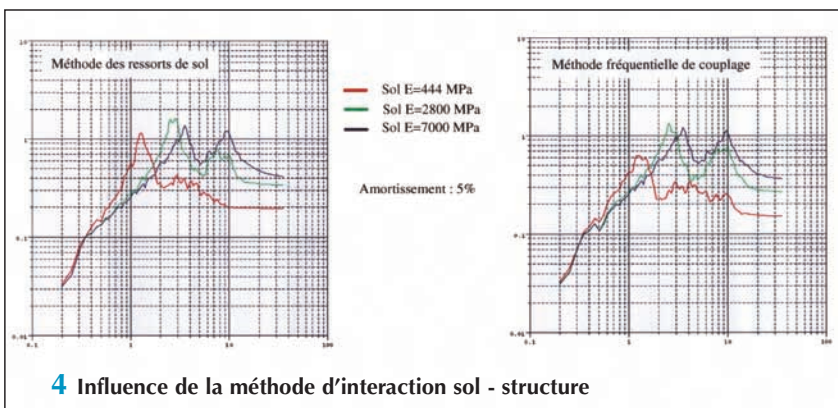


3 Masses effectives modales cumulées suivant les direction X et Y

Les deux modèles sont parfaitement cohérents : ils ont la même masse totale, la même répartition des masses des sous-structures, les mêmes fréquences des principaux modes propres et la

même répartition du cumul des masses effectives modales (3).

On constate que les niveaux d'accélération maximum sont obtenus pour des bâtiments posés sur des sols moyens-durs ($E = 2\ 800\ \text{MPa}$). On montre également que la méthode fréquentielle de couplage ISS permet de réduire les niveaux maximum d'accélération subis par les ancrages de 15 à 20% pour les sols dont le module est inférieur à 7 000 MPa (4). L'ISS joue un rôle moins important pour les bâtiments posés sur des sols très durs. ■



4 Influence de la méthode d'interaction sol - structure