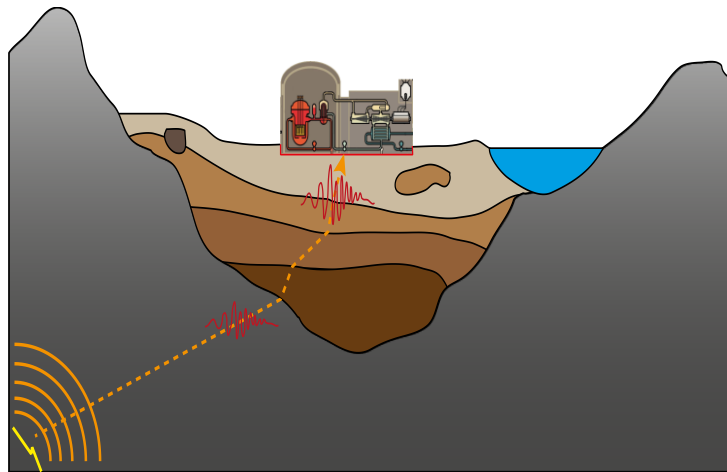




SUJET DE STAGE
MODELISATION ET HIERARCHISATION DES
INCERTITUDES DANS LE MOUVEMENT
SISMIQUE EN SURFACE : CAS DU BENCHMARK
SMATCH



La justification de la tenue sismique des ouvrages et équipements du parc nucléaire d'EDF repose sur un ensemble de méthodologies d'étude, depuis la définition du niveau d'aléa sismique à retenir à l'emplacement géographique de la centrale nucléaire, la réponse dynamique des ouvrages en interaction avec le sol et la détermination de la demande sismique à considérer pour la justification des équipements. En particulier, les études d'aléa sismique se basent sur l'utilisation des lois empiriques de caractérisation du mouvement sismique, établies à partir de bases de données obtenues par des réseaux accélérométriques (notamment aux Etats-Unis, Japon et depuis quelques années en Europe). Toute la difficulté est donc de pouvoir déterminer le mouvement sismique attendu sur le site, en réduisant au mieux les incertitudes épistémiques liées à l'utilisation des données non spécifiques au site.

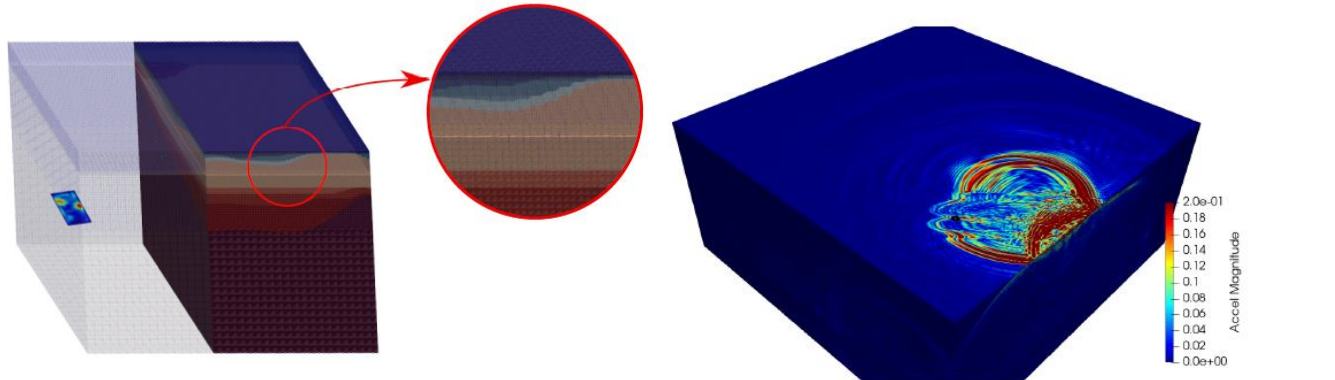


Avec l'augmentation de la puissance de calcul, des approches numériques basées sur la modélisation explicite des volumes de sol de plusieurs milliers de km³ sont de plus en plus envisagées pour modéliser des scénarios sismiques particuliers et vraisemblables aux données à disposition. En effet, la simulation numérique permet de prendre en compte les caractéristiques spécifiques au site d'intérêt, et en particulier les phénomènes qu'on appelle « effets de site », liées à la modification du mouvement sismique dans les couches sédimentaires en proche surface sur un site particulier, ces modifications étant liées à la diffraction des ondes sismiques lors de leur propagation dans les couches de sol et d'autres configurations géométriques comme la présence d'un bassin sédimentaire. Néanmoins, la simulation de la source jusqu'au mouvement sismique en surface comporte également une part importante d'incertitudes épistémiques, à la fois sur le mécanisme de rupture et de glissement dans la faille, la méconnaissance des propriétés mécaniques et géophysiques aux longueurs d'onde d'intérêt et à l'échelle de plusieurs dizaines de kilomètres, la modélisation des processus d'atténuation et dissipation d'énergie à la fois dans le sous-sol et dans les sols de surface. Par ailleurs, si les modèles numériques ne sont pas encore en mesure de fournir le mouvement sismique sur toute la gamme de fréquences d'intérêt à la justification des ouvrages et équipements, des modèles hybrides et/ou basés sur des approches en intelligence artificielle sont développées pour fournir une estimation large bande du mouvement sismique site-spécifique.

Dans ce contexte, la confrontation entre les prédictions des simulations numériques et des enregistrements réels dans des sites d'intérêt permet de donner confiance aux différentes étapes de modélisation : à la méthodologie de construction de ce type de modèle et à la stratégie de prise en compte des incertitudes.



SUJET DE STAGE
MODELISATION ET HIERARCHISATION DES
INCERTITUDES DANS LE MOUVEMENT
SISMIQUE EN SURFACE : CAS DU BENCHMARK
SMATCH



En particulier, EDF co-organise un benchmark international sous l'égide de l'OECD-NEA (benchmark SMATCH <https://www.smatch-benchmark.org/>) autour de la modélisation du séisme du Teil, de magnitude $M_w=4.9$ qui a eu lieu en France métropolitaine le 11 novembre 2019 et dont l'épicentre est distant d'environ 15 km de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses. Dans le cadre de ce stage, des simulations numériques à l'aide du code éléments finis spectraux SEM3D (<https://github.com/sem3d/SEM>) seront réalisées, afin d'étudier la sensibilité et des indicateurs du mouvement sismique aux différents paramètres d'entrée (source sismique, géologie régionale et locale).

Etapes du stage

- Etude bibliographique sur la thématique de modélisation numérique du mouvement sismique et analyse des incertitudes, prise en main des outils numériques, notamment SEM3D.
- Quantification et propagation des incertitudes via des approches numériques performantes
- Analyse de sensibilité sur les mesures d'intensité du mouvement sismique (PGA, PSA, etc).
- Rédaction du rapport de stage

Ce stage de 6 mois, démarrage prévu en mars 2024 se déroule à EDF R&D Lab Paris-Saclay (7, Boulevard Gaspard Monge - 91120 Palaiseau) et au laboratoire LMPS de l'Université Paris Saclay. Le/la stagiaire sera intégré(e) au sein du groupe Génie Civil, Géomécanique et Séisme du département ERMES d'EDF R&D. Ce sujet de stage est préalable à un sujet de thèse sur la thématique, prévue pour démarrage à l'automne 2024

Profil souhaité

Le/la candidat(e) doit avoir un bon niveau de connaissances sur les champs d'application suivant :

- Sismologie pour l'ingénieur
- Dynamique des structures et simulation numérique (éléments finis)
- Programmation et calcul parallèle
- Statistiques et probabilités

Des connaissances en génie parasismique et une première expérience avec un logiciel aux éléments finis et calcul parallèle sont appréciés.

Contacts :

- Michail Korres (michail.korres@edf.fr)
- Vinicius Alves-Fernandes (vinicius.alves-fernandes@edf.fr)
- Irmela Zentner (irmela.zentner@edf.fr)
- Fernando Lopez-Caballero (fernando.lopez-caballero@centralesupelec.fr)