

Fontenay-aux-Roses, le 21 janvier 2021

Madame ou Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire
Votre destinataire en fait

AVIS IRSN N° 2021-00009

Objet : Site EDF de Creys-Malville : INB n°141 - Atelier pour l'entreposage de combustible (APEC)
Caractérisation du risque de liquéfaction au droit des bâtiments du site.

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2019-027040 du 8 août 2019.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'analyse du risque de liquéfaction des sols au droit des bâtiments de l'atelier pour l'entreposage du combustible (APEC) qui constitue l'INB n°141. Cette analyse constitue la réponse à la Position/Action n°40 prise par EDF à l'issue de l'expertise par l'IRSN du dossier de réexamen périodique de l'INB n°141 transmis à l'ASN en décembre 2015.

1. GENERALITES

La liquéfaction des sols sous séisme est un terme générique utilisé pour décrire différents phénomènes physiques pour lesquels l'augmentation de la pression de l'eau pendant le séisme amène à un affaiblissement significatif de la résistance du sol, voire à son écoulement. La liquéfaction concerne le plus souvent des sols saturés en eau et préférentiellement de nature sableuse et de densité lâche. La majorité des cas de liquéfaction recensés dans le monde se rapporte à des sols récents (d'âge quaternaire), à des remblais mal compactés et pour des profondeurs limitées à la vingtaine de mètres.

L'évaluation du déclenchement de la liquéfaction est réalisée en se fondant sur les résultats d'essais géotechniques *in situ* (CPT¹ ou SPT²) qui permettent d'estimer la résistance du sol. Les autres données nécessaires à cette évaluation sont les caractéristiques du séisme et le niveau de la nappe lors du séisme. Le déclenchement de la liquéfaction est alors estimé au travers d'un facteur de sécurité (FS_L) défini comme le

¹ Un essai CPT est un essai pénétrométrique qui consiste à enfoncer dans le sol une pointe à vitesse constante et à mesurer, en continu avec la profondeur, la résistance du sol (ou résistance de pointe qc) et le frottement sur la pointe (fs).

² Un essai SPT est un essai pénétrométrique qui consiste à mesurer le nombre de coups (N SPT) pour enfoncer un échantillonneur de 30 cm. Le pas de mesure est généralement d'une ou deux mesures N SPT par mètre. Contrairement au CPT, l'essai SPT permet de prélever les sols et de réaliser des essais d'identification en laboratoire.

rapport de la résistance du sol et de la contrainte exercée par le séisme. Le risque de liquéfaction est avéré pour un $FS_L \leq 1$ ou 1,25 s'il est considéré une marge de sécurité.

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DU SITE

Le site de Creys-Malville occupe une superficie de 170 hectares en rive gauche du Rhône. Il est localisé sur une succession de dépôts d'origine fluviatile ou lacustre, pouvant dépasser 200 m d'épaisseur, reposant sur les formations calcaires du Jurassique. Dans ces formations, quatre niveaux aquifères sont recensés. En particulier, la nappe superficielle, située vers 205 m NGF, est alimentée par les précipitations et par les apports issus des coteaux bordant la vallée du Rhône au sud-ouest du site.

Les bâtiments nucléaires de l'INB n°91 (réacteur Superphénix) et de l'INB n°141 (APEC) sont implantés sur une plate-forme aménagée à la cote 210 m NGF au droit de laquelle les formations superficielles ont été décapées. Les bâtiments de l'INB n°141 sont fondés sur radier. Les terrains de fondation des bâtiments sont constitués par un niveau à granulométrie fine (argiles et silts gris à la base), surmonté de niveaux plus sableux gris puis jaunes et enfin d'une épaisseur variable de niveaux grossiers (alluvionnaires) sablo-graveleux.

3. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

Sur la base des campagnes de reconnaissances des sols conduites pour la construction de l'INB n°91, la nature et les caractéristiques des terrains de fondation des principaux bâtiments de l'APEC (NN, NK, STE, KER et HB³) ont été identifiées. Elles permettent de conclure que les terrains de fondation au droit des bâtiments NN et NK montrent de bonnes propriétés mécaniques. L'existence de variations de la nature des matériaux au sein de chaque couche (lentilles plus sableuses dans les alluvions sablo-graveleuses par exemple) ne se traduit pas par une diminution des caractéristiques mécaniques suffisante pour constituer des zones de faiblesse (zones plus lâches et de plus faible portance) affectant une épaisseur significative de terrains.

Dans l'environnement des bâtiments STE, KER et HB, la densité d'investigations *in situ* est plus faible qu'au droit des bâtiments NN et NK, mais les sondages disponibles permettent toutefois de conclure que la nature et les caractéristiques des terrains sous les bâtiments STE, KER et HB sont similaires à celles rencontrées sous les bâtiments NN et NK.

4. RISQUE DE LIQUEFACTION DES SOLS AU DROIT DE L'INB N°141

L'évaluation du risque de liquéfaction conduite par l'exploitant se fonde sur des calculs de facteurs de sécurité (FS_L) conformément aux règles de l'art. **Ceci est satisfaisant.**

Les calculs de l'exploitant, prenant en compte le « séisme noyau dur⁴ » défini pour le site, conduisent à des valeurs de $FS_L > 1,3$ d'après les essais SPT et de $FS_L > 5$ avec les essais CPT. L'exploitant conclut à l'absence de risque de liquéfaction au droit des bâtiments de l'APEC.

³ L'APEC comprend deux bâtiments dédiés à la gestion des combustibles usés (NN et NK), des bâtiments dédiés au traitement des effluents et des déchets radioactifs (KN, STE), un entreposage d'effluents (KER) et un bâtiment d'entreposage de colis de déchets radioactifs (HB).

⁴ Le « séisme noyau dur » correspond au niveau de séisme à retenir pour l'étude du comportement des éléments du « noyau dur » défini au terme de l'analyse du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi survenu le 11 mars 2011 au Japon.

Les essais SPT datant de 1973-1974 ont été réalisés sans la mesure de la correction de l'énergie transmise par le dispositif de battage au train de tiges, qui est dorénavant un prérequis pour les calculs de FS_L . Aussi, **l'IRSN considère que la démonstration du caractère non liquéfiable des terrains de fondation fondée sur ces seuls résultats à partir des essais SPT ne serait à elle seule pas suffisante**. En revanche, **l'IRSN estime que les calculs réalisés à partir des essais CPT sont acceptables**. Ils permettent de considérer les terrains au droit des bâtiments NN et NK comme non liquéfiables. En outre, compte tenu du contexte géotechnique, ces résultats sont généralisables aux autres bâtiments de l'INB n°141.

Par ailleurs, l'IRSN souligne que **les caractéristiques géotechniques des terrains de fondation estimées à partir des essais en laboratoire ou *in situ* (CPT) permettent d'écarter le risque de liquéfaction dans les terrains de fondation des bâtiments existants de l'INB n°141 quels que soient les niveaux de la nappe et de séisme retenus**.

5. CONCLUSION

Sur la base des éléments présentés en réponse à la Position/Action n°40 et des informations fournies par EDF en cours d'expertise, l'IRSN estime que le risque de liquéfaction des sols au droit de l'INB n°141 peut être écarté.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté