FICHE N°18

SÉISME



Ce document, élaboré pour la réalisation d'études de sûreté-criticité, est la propriété du CEA. Il ne se substitue en aucun cas à une analyse de sûreté-criticité ou à l'avis d'un ingénieur criticien et ne peut pas servir de référence directe.

Introduction

⇨ Cette fiche a pour objectif de présenter une liste d'**impacts potentiels d'un séisme sur la maîtrise du risque de criticité**, qu'il convient d'étudier dans l'analyse de sûreté-criticité de chaque installation.

⇨ Un séisme peut avoir un impact potentiel sur le risque de criticité :

- En modifiant le milieu fissile de référence ;
- En affectant les paramètres liés aux modes de contrôle de la criticité (cas les plus importants : **géométrie**, **modération** et **empoisonnement hétérogène**) ;
- En modifiant l'environnement proche des équipements ou des unités contenant de la matière fissile ;
- En affectant les moyens de surveillance.

⇨ Les dispositions de maîtrise du risque de criticité en cas de séisme doivent être intégrées à l'analyse de sûreté-criticité. Celles-ci étant spécifiques à chaque installation, elles ne sont pas déclinées dans cette fiche.

⇨ Les impacts potentiels d'un séisme sont globalement analogues à ceux induits par une chute/collision (voir fiche n°17). En revanche, contrairement aux chutes/collisions, la démonstration doit tenir compte de la situation d'occurrence d'un séisme et ne peut a priori pas reposer sur la mise en place de dispositions visant à prévenir l'événement.

Impact sur le milieu fissile de référence

⇨ **Modification du milieu fissile de référence** :

- Modification de la forme physico-chimique du milieu fissile :

  Exemples :
  - Une arrivée intempestive de réactifs basiques, suite à la rupture d'une tuyauterie, peut entraîner une précipitation ou une polymérisation d'une solution de nitrate de plutonium ;
  - Une arrivée d'eau dans un équipement contenant de l'UF_6-HF conduit à la formation d'UO_2F_2-H_2O.

- Modification de paramètres caractéristiques d'un milieu hétérogène (diamètre de pastille, épaisseur de plaque, épaisseur de gaine…).

⇨ **Regroupement de milieux fissiles**, si le séisme est susceptible de déplacer leurs contenants (perte du caractère enveloppe du milieu fissile de référence choisi pour un équipement ou une unité de criticité particulière).

Impact sur les modes de contrôle de la criticité

MODE DE CONTRÔLE PAR LA MASSE

⇨ **Regroupement de masses de matières fissiles** provenant de différentes unités de criticité.

Exemple : Deux boîtes à gants sont présentes dans un même local. Elles ont chacune une limite de masse. En fonctionnement normal, leur distance est telle qu'il est possible de considérer qu'elles sont découplées. Sous séisme, en l'absence de disposition, il faut s'assurer que la somme des masses en présence reste sûre.

MODE DE CONTRÔLE PAR LA GÉOMÉTRIE

⇨ **Déformation d'un équipement** contenant de la matière fissile :

- Contraintes mécaniques sur l'équipement ;
- Émission de projectiles (objets légers, pièces d'autres équipements…) ;

⇨ **Modification de distances entre équipements** contenant de la matière fissile :

- Rapprochement entre équipements ;
- Modification du pas d'entreposage entre unités fissiles (fûts, assemblages combustibles…) ;

Ce document, élaboré pour la réalisation d'études de sûreté-criticité, est la propriété du CEA. Il ne se substitue en aucun cas à une analyse de sûreté-criticité ou à l'avis d'un ingénieur criticien et ne peut pas servir de référence directe.

⇨ **Perte totale de la géométrie d'un équipement** contenant de la matière fissile.

> Exemple : Un séisme peut provoquer la fuite de solutions fissiles contenues dans un équipement de géométrie sûre ; ces solutions risquent alors de se diriger vers un équipement/exutoire de géométrie quelconque.

MODE DE CONTRÔLE PAR LA CONCENTRATION

⇨ **Remise en cause du caractère homogène du milieu fissile** (précipitation ou polymérisation de la matière fissile contenue dans la solution : voir paragraphe « Impact sur le milieu fissile de référence ») ;

⇨ **Montée en concentration** de la solution fissile due à la perte d'un système de refroidissement actif.

> Exemple : Suite à un séisme, en cas de perte du système de refroidissement d'un équipement contenant une solution fissile (ex : rupture de tuyauteries), une surconcentration par évaporation de la solution est envisageable.

MODE DE CONTRÔLE PAR LA MODÉRATION

⇨ **Endommagement de barrières** contre l'introduction de matières modératrices (tuyauteries, ventilation…) ;

⇨ **Apport de matières modératrices**.

> Exemple : Un séisme peut provoquer la fuite d'eau (suite à une rupture de tuyauterie) ou d'huile (issue d'un carter de moteur) ; l'eau ou l'huile peut alors parvenir dans une zone dont la prévention du risque de criticité est garantie par une limitation de la modération.

MODE DE CONTRÔLE PAR L'EMPOISONNEMENT

⇨ Cas de l'empoisonnement hétérogène :

- **Perte partielle ou totale du poison neutronique** dans les structures **et/ou du matériau modérateur** qui lui est parfois associé ;

> Exemple : Un séisme peut détruire la structure neutrophage des alvéoles d'une zone d'entreposage d'assemblages combustibles.

⇨ Cas de l'empoisonnement homogène :

- **Dissociation du poison neutronique et de la matière fissile**, par exemple suite à la précipitation du poison : perte de la répartition homogène du poison neutronique dans la matière fissile ;
- **Dilution du poison neutronique** contenu dans une solution.

Impact sur les conditions de réflexion et les interactions neutroniques

CONDITIONS DE RÉFLEXION

⇨ **Modification des hypothèses de réflexion :**

- Rapprochement de réflecteurs existants ;
- « Introduction » d'un réflecteur non prévu.

> Exemple : Suite à une dispersion de matière fissile sur le plancher d'une cellule, une réflexion par du béton est à considérer.

INTERACTIONS NEUTRONIQUES

⇨ **Modification des hypothèses prises pour tenir compte d'éventuelles interactions neutroniques :**

- Rapprochement d'équipements contenant des matières fissiles ;
- Perte d'écrans neutrophages servant à découpler des équipements contenant des matières fissiles (voir paragraphe « mode de contrôle par l'empoisonnement »).

Ce document, élaboré pour la réalisation d'études de sûreté-criticité, est la propriété du CEA. Il ne se substitue en aucun cas à une analyse de sûreté-criticité ou à l'avis d'un ingénieur criticien et ne peut pas servir de référence directe.

Impact sur les moyens de surveillance

⇨ Un séisme peut également mettre en défaut :

- Les **moyens de surveillance** mis en place pour garantir la prévention du risque de criticité (capteurs, actionneurs, automates…) ;
- Les **moyens de détection d'accident de criticité** (EDAC, …).

Dimensionnement au séisme

⇨ Les nouvelles installations nucléaires doivent être dimensionnées, a minima, au Séisme Majoré de Sécurité (SMS) afin de garantir, pour l'ensemble de l'installation, toutes les hypothèses prises en considération dans les démonstrations de sûreté-criticité :

- Le milieu fissile de référence ;
- Les hypothèses relatives à l'environnement proche des équipements ou des unités de criticité contenant de la matière fissile ;
- Les modes de contrôle de la criticité ou les modes de contrôle de la criticité secondaires, lorsque ces derniers permettent de garantir la prévention du risque de criticité en cas de séisme.

⇨ Pour les installations existantes, il faut montrer, qu'en situation sismique et post-sismique, les modifications sur les hypothèses de sûreté-criticité ne conduisent pas à un accident de criticité ou mettre en œuvre des dispositions compensatoires (renforcement, limitations des quantités de matière fissile…) permettant de garantir la prévention du risque de criticité. L'étendue des modifications exigées nécessaires pour permettre de poursuivre l'exploitation de l'installation (par exemple, suite à une réévaluation de sûreté) peut dépendre de la durée de vie de l'installation.

⇨ *Nota : pour ce qui concerne les moyens de surveillance, les conclusions de l'analyse de sûreté-criticité devront justifier de la pertinence de leur dimensionnement au séisme. Un nombre réduit de moyens de surveillance en situation post-sismique peut parfois suffire pour maintenir l'installation en état sûr.*

Ce document, élaboré pour la réalisation d'études de sûreté-criticité, est la propriété du CEA. Il ne se substitue en aucun cas à une analyse de sûreté-criticité ou à l'avis d'un ingénieur criticien et ne peut pas servir de référence directe.