

# Séisme de Virginie (Etats-Unis)

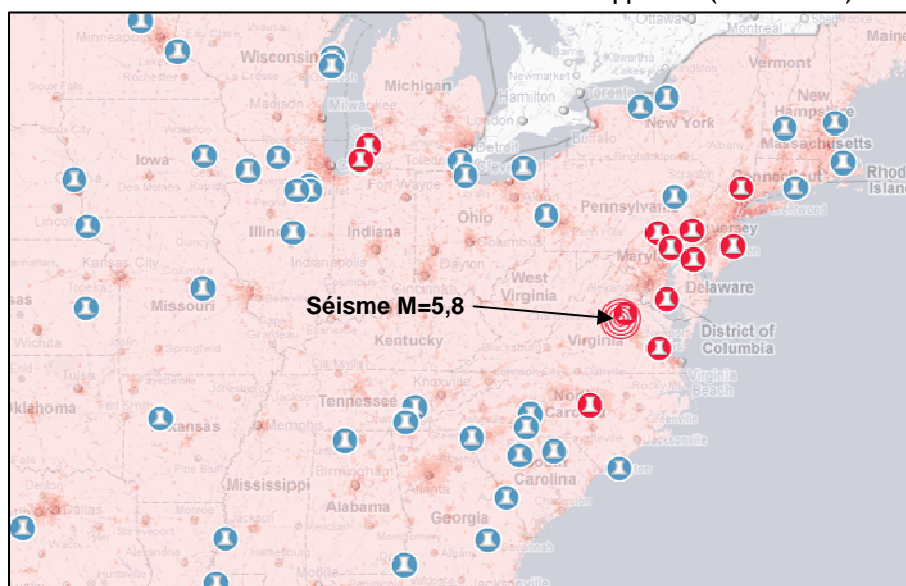
Du mardi 23 août 2011 (17h51 TU)  
Magnitude = 5,8 (Mw)

Version 1 du 25 août 2011

*Le Bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations (BERSSIN) de l'IRSN effectue des recherches et des expertises sur l'aléa sismique en tant que source d'agression externe des installations à risque*

## Rappel des faits

- Mardi 23 août 2011, à 17h51 TU (13h51 heure locale), un fort séisme s'est produit au voisinage de la ville de Mineral (Etat de Virginie) aux Etats-Unis (37,93°Nord, 77,93°Ouest). La magnitude de ce séisme a été estimée à 5,8 et sa profondeur à 6 km par l'USGS (United States Geological Survey).
- La secousse a été très largement ressentie dans la partie Est des Etats-Unis et jusqu'à pratiquement 1000 km de distance de l'épicentre. Aucune victime et peu de dégâts ont été rapportés par les médias américains. Cependant, de nombreuses administrations ont été évacuées dans les grandes villes de la côte Est des Etats-Unis. De nombreux mouvements de foule ont également eu lieu, et de très importants perturbations du trafic routier et ferroviaire et des communications téléphoniques se sont produites. L'intensité maximale reportée dans la zone épiscopentrale est de VII (très forte secousse et dégâts modérés - Source USGS).
- Le séisme s'est produit dans une région appelée « Central Virginia Seismic Zone » dans laquelle aucun séisme aussi important n'avait été enregistré au cours de l'histoire. Le plus fort événement recensé jusqu'alors s'était produit en 1875 ; sa magnitude est estimée à 4,8. Les données de sismicité instrumentale et les études géologiques n'avaient par ailleurs pas permis d'identifier de failles actives dans la région.
- Le séisme du mardi 23 août 2011 est associé au fonctionnement en compression (faille inverse), d'une faille superficielle orientée NE - SO et dont la longueur peut être estimée entre 5 et 15 km à partir des relations reliant la magnitude d'un séisme et la longueur de la faille activée.
- Le séisme a provoqué l'arrêt automatique des deux réacteurs de la centrale nucléaire de North Anna, située à environ 18 km de l'épicentre. Les générateurs de secours se sont mis en route suite à la perte des alimentations électriques externes. Aucune incidence sur la sûreté de la centrale n'a été rapportée (source NRC).



**CONTACT :**

IRSN / BERSSIN  
H. Jomard  
01 58 35 91 24  
[Hervé.jomard@irsn.fr](mailto:Hervé.jomard@irsn.fr)

[www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

Figure 1 : Localisation du séisme du 23 août 2011 et des sites nucléaires américains. Les sites représentés en rouge correspondent à ceux pour lesquels l'exploitant a informé la NRC de l'occurrence d'une secousse sismique (source Wall Street Journal) (<http://online.wsj.com/article/SB10001424053111903461304576526642400085456.html>)



## Contexte sismotectonique

L'Est des Etats-Unis se situe en domaine dit intraplaque, c'est-à-dire loin des limites actives des plaques de la croûte terrestre sur lesquelles se concentre la majeure partie de la sismicité mondiale. Bien que les régions concernées soient moins actives, la sismicité n'y est pas négligeable et des séismes forts, bien que rares, peuvent s'y produire. La région affectée par le fort séisme du 23 août 2011 appartient à une zone géologique complexe, dont la structure est héritée de la formation de la chaîne de montagne appalachienne, il y a plus de 350 millions d'années. Une sismicité très localisée affecte la région au Nord-Ouest de la ville de Richmond appelée « Central Virginia Seismic Zone » (voir la carte d'aléa sismique en Figure 2). Elle a produit des tremblements de terre modérés depuis au moins le XVIII<sup>ème</sup> siècle. L'événement le plus fort répertorié dans la zone date de 1875, sa magnitude est estimée à 4,8. Plus récemment en 2003, un séisme de magnitude 4,5 avait frappé la région. Le séisme de 2011, localisé au Nord-Est de la zone, est donc d'un ordre de magnitude supérieur aux plus forts séismes connus dans cette zone.

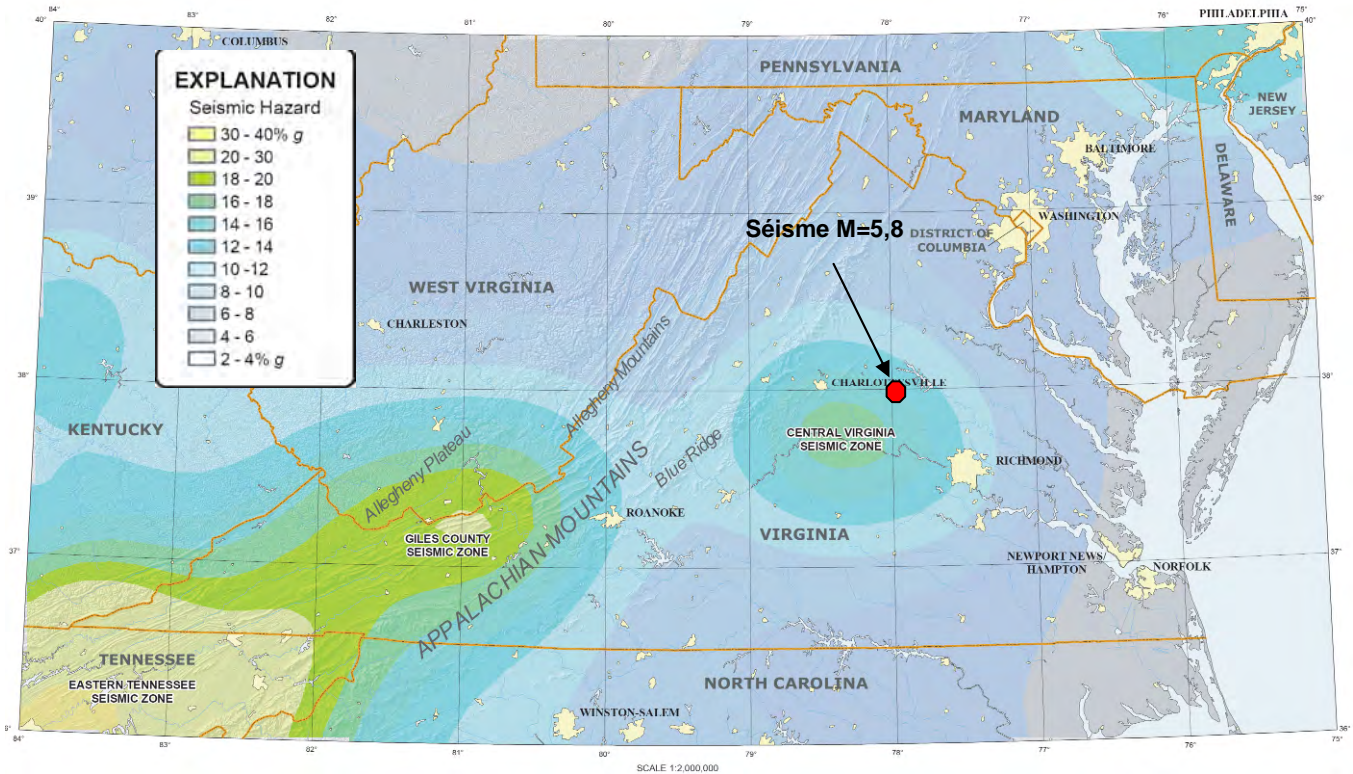
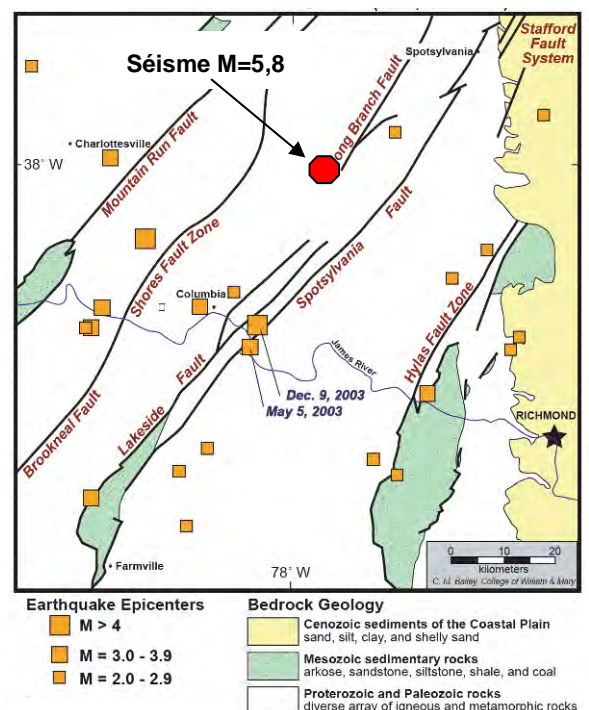


Figure 2 : Cartographie de l'aléa sismique émise par l'USGS et localisation du séisme du 23 août 2011 (<http://pubs.usgs.gov/of/2006/1017/>)

Jusqu'à présent, il a été difficile pour les géologues américains d'associer les séismes régionaux survenus dans le passé à des failles existantes. Des hypothèses émises à la suite du séisme de 2003 attribuaient cette sismicité aux failles majeures héritées de l'orogénèse appalachienne qui découpent la zone avec une orientation SO-NE (en particulier les failles de Lakeside et de Spotsylvania - Figure 3). L'analyse préliminaire du séisme du 23 août 2011 (mouvement compressif sur une faille orientée SO-NE) est en accord avec cette interprétation.

La magnitude relativement forte du séisme et sa faible profondeur estimée (6 km) rend possible la propagation d'une rupture jusqu'en surface. Une équipe de géologues est d'ores et déjà sur le terrain pour rechercher de tels indices.

Figure 3 : Cartographie des failles principales affectant la « Central Virginia Seismic Zone », localisation des séismes de 2003 et du séisme du 23 août 2011 (source C.M. Bailey, 2004) ([http://web.wm.edu/geology/virginia/whats\\_new/QuakeStory.pdf](http://web.wm.edu/geology/virginia/whats_new/QuakeStory.pdf))



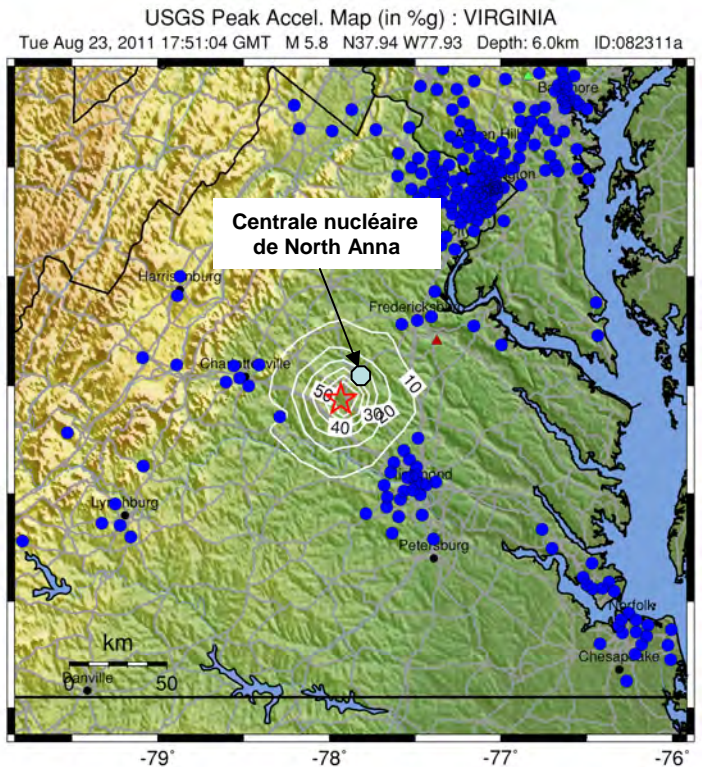




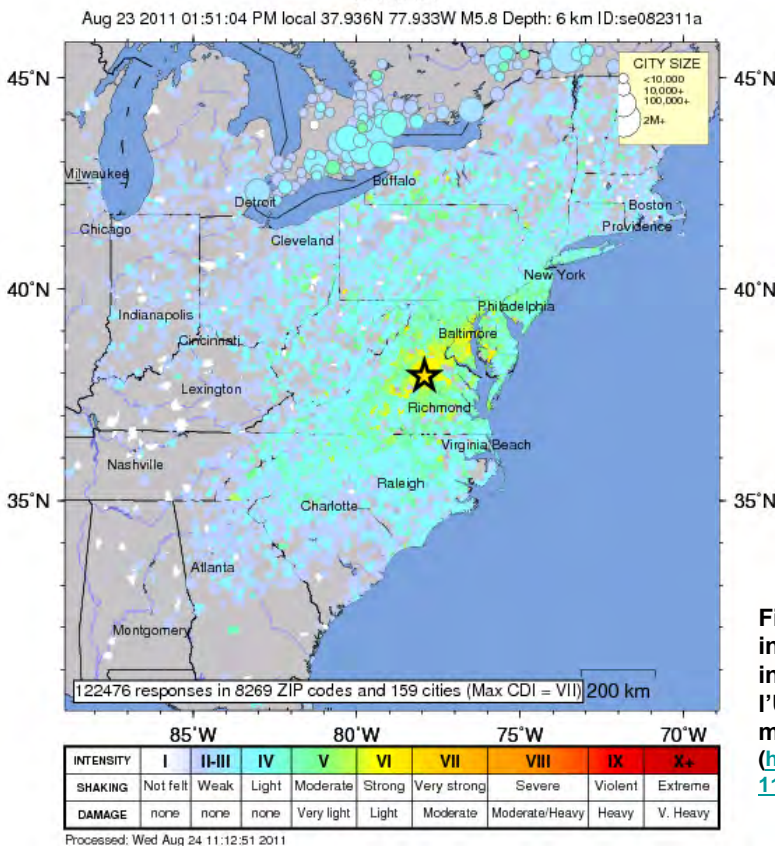
## Analyse des premières données disponibles

Une évaluation des accélérations maximales du sol produites par le séisme (PGA) a été mise en ligne par l'USGS (Figure 4). Les accélérations maximales modélisées en zone épiscopentrale sont de l'ordre de 0,5 g et décroissent rapidement à cause de la faible profondeur du séisme (6 km). Les stations sismologiques les plus proches (à 30 et 50 km) ont enregistré des accélérations maximales de 0,02 g et 0,1 g respectivement. Le modèle produit par l'USGS permet d'estimer que la centrale nucléaire de North Anna a pu subir des accélérations horizontales du sol comprises entre 0,3 g et 0,4 g (Figure 4).

**Figure 4 : Cartographie des accélérations horizontales maximales (en pourcentage de l'accélération de la pesanteur) du sol modélisées par l'USGS pour le séisme du 23 août 2011 (étoile rouge). Les points et triangles colorés correspondent à des stations sismiques appartenant à des réseaux différents.**  
[\(http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/se082311a/\)](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/se082311a/)



USGS Community Internet Intensity Map  
 VIRGINIA



Le séisme a été très largement ressenti dans tout l'Est des Etats-Unis (Figure 5). Des intensités comprises entre II et III (secousse légère) ont été répertoriées dans un rayon de 1000 km autour de l'épicentre. Les intensités maximales sont de VII en zone épiscopentrale (très forte secousse - dégâts modérés) et décroissent très rapidement. La zone d'intensité VI (forte secousse - dégâts légers) est étendue sur un peu plus de 200 km selon une forme oblongue orientée SO-NE, probablement guidée par l'orientation des structures géologiques. La grande extension de l'aire de perception du séisme s'explique par la faible atténuation avec la distance du signal sismique dans cette région des Etats-Unis.

**Figure 5 : Représentation cartographique des intensités issues de l'analyse des témoignages individuels remplis sur internet à partir du site de l'USGS. L'échelle employée est l'échelle de Mercalli modifiée (MMI).**  
[\(http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/se082311a/\)](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/se082311a/)



## Conséquences sur les installations nucléaires

Le séisme du 23 août 2011 s'est produit à environ une quinzaine de kilomètres au Sud-Ouest de la centrale nucléaire de North Anna (Virginie).

Les deux réacteurs de cette centrale, qui étaient en fonctionnement à puissance nominale, se sont arrêtés automatiquement du fait de la perte de la connexion avec le réseau électrique. L'alimentation électrique des systèmes de sûreté de ces réacteurs a été reprise automatiquement par leurs générateurs diesels de secours. L'exploitant a placé ses installations en alerte de niveau 2 sur une échelle qui en compte 4. Les délégations régionales de la NRC (National Regulatory Commission) ont créé en conséquence leurs centres de crise. La connexion avec le réseau électrique a été rétablie après quelques heures. Le site est en cours d'inspection par les employés et les inspecteurs de la NRC pour vérifier l'absence de dommages suite au séisme.

Selon la NRC, plusieurs autres centrales ont ressenti la secousse sans toutefois que cela ne perturbe leur fonctionnement. Des vérifications ont été engagées sur les sites concernés par les personnels des installations.

Selon un rapport de la NRC écrit à la suite du séisme de 2003 localisé dans la même région que celui du 23 août 2011, les réacteurs de la centrale de North Anna sont conçus pour rester opérationnels et ne pas subir de dégât (OBE - Operating Basis Earthquake) jusqu'à un niveau d'accélération maximale du sol de 0,06 g. Le dimensionnement des réacteurs a été effectué en considérant un niveau d'accélération maximale du sol (Design Basis Earthquake) fixé à 0,12 g. Les enregistrements accélérométriques obtenus sur le site de North Anna permettront de déterminer si les mouvements sismiques observés ont dépassé ceux pris en compte pour le dimensionnement des réacteurs, comme semblent le suggérer les modélisations de l'USGS.

### Les enseignements

- Le séisme de magnitude 5,8 du 23 août 2011 s'est produit à une faible profondeur dans une zone sismique reconnue mais qui n'avait jusqu'alors jamais produit de séisme de magnitude supérieure à 5 et au sein de laquelle aucune structure géologique active n'avait été formellement identifiée.
- Le séisme n'a occasionné que très peu de dégâts (du fait notamment de la faible densité de population en zone épiscopale) mais a été ressenti très largement dans l'Est des États-Unis (plus de 1000 km), provoquant d'importants mouvements de foule et une perturbation des transports et communications.
- Les deux réacteurs de la centrale nucléaire de North Anna, située à 15 km environ de l'épicentre, se sont mis automatiquement à l'arrêt.