



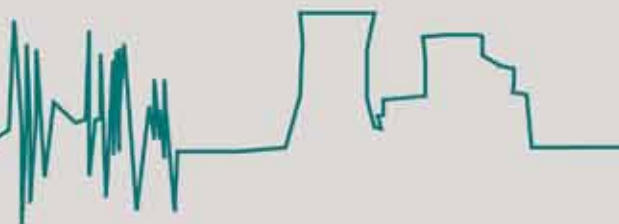
Jeudi 4 février 2010

World Trade Center de Marseille



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE



*L'ASN ouvre le débat
pour faire progresser la sûreté*

ACTES

Un événement organisé par



En partenariat avec





Sommaire

| | |
|----------------------------|-----|
| Edito | 3 |
| Programme | 4 |
| Interventions | 7 |
| Echanges avec la salle | 73 |
| Table-ronde | 82 |
| Bilan | 91 |
| Revue de presse | 95 |
| Glossaire | 107 |
| <i>Discours de clôture</i> | |



Edito

Jeudi 4 février 2010, s'est tenue, au World Trade Center de Marseille, et à l'initiative de la division de Marseille de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), une journée régionale d'échanges intitulée «Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France : l'ASN ouvre le débat pour faire progresser la sûreté ».

Cet évènement, ouvert au public, aux associations et aux professionnels et dont l'objectif était de présenter la démarche de progrès engagée en matière de connaissance et de prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires, a regroupé plus de 200 participants de tout horizon : exploitants, CLI, scientifiques, associations, chercheurs à l'université. Il est également à noter la présence sur la journée de Christian Kert, député des Bouches du Rhône, du sous-préfet d'Aix en Provence et de plusieurs élus.

Cette journée a été particulièrement riche en contenus. L'ANCLI, les CLI de Cadarache et de Tricastin, l'ASN, l'IRSN et d'autres experts (BRGM, CEREGE, CETE Méditerranée, INERIS) ainsi que les exploitants nucléaires (CEA, AREVA et EDF) des centres de Cadarache et du Tricastin se sont succédés pour exposer les principales attentes, exigences, avancées et perspectives en matière de prise en compte du risque sismique dans la sûreté des installations nucléaires.

Plusieurs échanges avec la salle ont eu lieu tout au long de la journée. La nature des questions posées et la teneur des discussions ont démontré l'intérêt du public sur le sujet, la pédagogie des interventions réalisées et la nécessité de tels débats pour progresser dans la gestion partagée des risques.

De nombreux journalistes ont participé à cet évènement : l'AFP, La Provence, La Marseillaise, l'AP Epoque (agence de presse locale), Haute Provence, Les Echos, Radio Nostalgie, Radio Dialogue, Sud Info, Radio Suisse Romande, RTBF, Radio Canada, TV7 PROVENCE, la revue professionnelle TPBM.

Cette journée a donné lieu à de nombreuses retombées presse et à des interviews de Jean-Christophe Niel - directeur général de l'ASN, de Laurent Kueny - chef de la division de Marseille de l'ASN et de Ghislaine Verrhiest-Leblanc - chargée d'affaires à la division de Marseille de l'ASN.

Sur le plan technique, une approche mixte combinant approches déterministe et probabiliste est apparue comme une voie d'avenir. Une caractérisation plus précise de l'aléa local (effets de site et effets induits) sur les sites d'implantation d'installations nucléaires, le développement de l'instrumentation, le respect des engagements en matière de réduction de la vulnérabilité et la préparation à une crise sismique sont autant de voies d'amélioration pour les exploitants en matière de management de la sûreté.

La réunion publique s'est achevée par un discours de clôture de Jean-Christophe Niel au cours duquel il a insisté sur la nécessité de poursuivre les efforts de recherche sur le sujet, l'intérêt d'une expertise pluraliste et son souhait du développement de journée d'échanges de ce type sur des domaines divers touchant au nucléaire.

L'ASN remercie l'ensemble des intervenants et des participants pour leur implication dans cette journée des échanges et pour la qualité des débats menés.

Au delà des présents actes de la réunion publique du 4 février 2010, vous pouvez retrouver le programme de la journée ainsi que l'ensemble des supports de présentation sur le site internet <http://www.journeeseisme-asnmarseille.com>



PROGRAMME

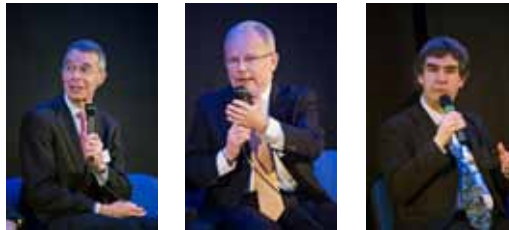


Programme

Animation par Olivier MARTOCQ - journaliste France Info

9h - 9h15 Ouverture de la journée

Laurent ROY, Délégué Territorial de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) - Marseille
Bernard MAILLOT, Directeur de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND)
Christian KERT, Député des Bouches-du-Rhône



9h15 - 9h45 «Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France»

par Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC (ASN Marseille et AFPS), David BAUMONT (IRSN) et Claire ARNAL (DREAL PACA)

9h45 - 11h05 Partie 1 : Rôle des parties prenantes

Les interrogations des CLI sur la question du séisme, par Monique SENE (ANCLI)
Les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND, par Laurent KUENY et Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC (ASN Marseille)
Les missions et les actions de l'IRSN, par David BAUMONT et Gilbert GUIHLEM (IRSN)
Echanges avec la salle



..... Pause

11h25 - 12h45 Partie 2 : Connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique Le phénomène et l'aléa sismique

Activité sismique et aléa régional dans le sud-est, par Olivier BELLIER (CEREGE)
Aléa local - notions d'effets de site et d'effets induits, par Anne-Marie DUVAL (CETE Méditerranée)
La prise en compte du risque sismique sur le centre de Cadarache - zoom sur l'aléa sismique,
par Fabrice HOLLENDER (CEA Cadarache) et Ioannis POLITOPOULOS (CEA/DM2S/SEMT - Saclay)
Echanges avec la salle

..... Cocktail déjeunatoire



14h - 14h30 Partie 3 : Dimensionnement parasismique des installations neuves

La prévention du risque sismique dans les installations du cycle du combustible : l'exemple des installations AREVA au

Tricastin - zoom sur la construction d'une installation nouvelle : Georges Besse II, par Jean-François SIDANER (AREVA)

14h30 - 15h15 Partie 4 : Renforcement parasismique des installations existantes

L'approche de la vulnérabilité au séisme des installations et le renforcement parasismique - réflexions engagées à l'INERIS, par Mathieu REIMERINGER (INERIS)

La prévention du risque sismique dans les CNPE : l'exemple des sites EDF de Cruas et du Tricastin, par Pierre LABBE (EDF)

15h15 - 15h30 Partie 5 : Approche globale du risque sismique

La chaîne du risque sismique - réflexions engagées au BRGM, par Florent DE MARTIN (BRGM)

15h30 - 16h Echanges avec la salle sur séquences 3, 4 et 5

..... Pause

16h20 - 17h45 Table Ronde « Les axes de prévention du risque sismique sur les installations nucléaires du sud-est de la France »

Table ronde animée par Christian KERT, Député des Bouches-du-Rhône et Olivier MARTOCQ.

Avec la participation de :

Laurent ROY, Délégué Territorial de l'ASN Marseille

Bernard MAILLOT, Directeur de l'ASND

Francis GALIZI, Représentant de la CLI de Cadarache

Gérard CHAUMONTET, Représentant de la CLIGEET Tricastin

Jean-Christophe GARIEL, Adjoint au Directeur de l'Environnement et de l'Intervention de l'IRSN

Christophe MARTIN, Représentant de Geoter International

Maurice HAESSLER, Directeur de la Protection et de la Sûreté Nucléaire au CEA

Frédéric de AGOSTINI, Directeur du site AREVA du Tricastin

Bertrand RIBOULET, Directeur Délégué du CNPE de Tricastin



17h45 - 18h Clôture de la journée

Jean-Christophe NIEL, Directeur Général de l'ASN





INTERVENTIONS

INTERVENTION



"Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France"

9h15 – 9h45

David BAUMONT – IRSN/DEI/SARG/BERSSIN



Activité principale : Expertise et recherche dans le domaine de l'évaluation de l'aléa sismique

Responsable du Bureau d'Evaluation des Risques Sismiques pour la Sûreté des INstallations (BERSSIN) à l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Responsable du projet " Etudes et recherches sur le risque lié aux agressions naturelles pour les activités nucléaires, et valorisation des compétences "

Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC – ASN Marseille



Ghislaine Verrhiest-Leblanc est inspectrice de la sûreté nucléaire et référent séisme à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) de Marseille.

Titulaire d'un diplôme de l'école d'architecture de Marseille Luminy en construction parasismique, elle a précédemment travaillé au CETE Méditerranée sur la vulnérabilité au séisme des territoires et des constructions après avoir exercé dans le domaine des risques industriels pour le compte du ministère de l'écologie.

Elle est vice-présidente du CAREX de l'association française de génie parasismique (AFPS), impliquée dans divers groupes de travail (équipements des écoles en zone sismique, valorisation du retour d'expérience de missions post-sismiques, diagnostic d'urgence) et a participé à des missions post-sismiques (Guadeloupe 2005 et Japon 2007).

En 2009, elle a contribué à de nombreuses actions locales dans le cadre de la commémoration du séisme de Provence au nom de l'ASN et de l'AFPS.

Claire ARNAL – DREAL PACA



Claire Arnal est chargée de la mise en place du « Plan Séisme » à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de la région Provence Alpes Côte d'Azur. Elle a coordonné l'ensemble des actions relatives à la commémoration du séisme de Provence de 1909.



Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France

David Baumont¹, Ghislaine Verrhiest-leblanc² et Claire Arnal³

¹ IRSN/DEI/SARG/BERSSIN - BP 17 - 92262 Fontenay Aux Roses Cedex

² Autorité de sûreté nucléaire – Division de Marseille – 67/69 avenue du Prado – 13286 MARSEILLE cedex 06

³DREAL PACA - CS 80065 - Allée Louis Philibert - 13182 Aix en Provence Cedex 5

RESUME :

La France métropolitaine est un pays à sismicité modérée. Néanmoins, les archives historiques attestent de l'occurrence de 4 à 5 séismes responsables de dommages sévères par siècle. La région PACA n'est pas épargnée : le 11 juin 1909, les communes situées entre Salon-de-Provence et Aix-en-Provence ont été fortement secouées par un violent tremblement de terre au cours duquel de nombreuses maisons subirent d'importants dommages. Le niveau d'exposition aux tremblements de terre (aléa sismique) dépend de nombreux paramètres (vitesse de déformation de la croûte terrestre, localisation et longueur des failles, géologie, etc.). Toutefois, quelque soit le contexte, l'évaluation de l'aléa sismique nécessite d'une part de définir les scénarios sismiques susceptibles de se produire (magnitude, profondeur, localisation), et d'autre part d'évaluer les secousses susceptibles d'être observées lors de tels scénarios.

Le risque sismique est le résultat de l'exposition d'enjeux plus ou moins vulnérables à un aléa sismique. Du point de vue des enjeux nucléaires, le sud-est compte notamment deux sites d'ampleur : le site de Tricastin et le site de Cadarache. Les événements passés (lointains ou récents) nous rappellent que le risque sismique dans le sud-est de la France est une réalité contre laquelle il est indispensable de se prévenir. Les stratégies de prévention du risque sismique peuvent varier en fonction de la nature des enjeux concernés ; sur ce point les différences entre la prévention du risque sismique pour les ouvrages à risque normal et les ouvrages à risque spécial (dont les installations nucléaires de base) sont discutées. Pour autant, leur objectif premier reste la protection des personnes. Le retour d'expérience issu des séismes passés montre par ailleurs que plus de 90 % des pertes en vies humaines sont dues à l'effondrement de bâtiments : si les tremblements de terre sont inévitables, la destruction des constructions n'est pas inévitable. A ce titre, la conception parasismique des ouvrages est un des axes majeurs des stratégies de prévention.

En matière de prévention du risque sismique au niveau national, le ministère en charge de l'Environnement a lancé en 2005 «le Plan séisme ». Ce plan interministériel d'une durée de 6 ans a pour objectif de réduire la vulnérabilité des personnes au risque sismique. Il est décliné régionalement afin de permettre une sensibilisation des acteurs et la mise en place d'actions locales exemplaires. Dans le sud-est de la France, le plan séisme régional s'est matérialisé en 2009 par la commémoration du centenaire du séisme de Provence du 11 juin 1909. A cette occasion, ont été réalisés ou développés en collaboration avec l'ensemble des acteurs locaux : du matériel de communication sur le risque sismique, des expositions, des colloques et journées d'échanges, des exercices communaux de gestion d'un événement sismique,... De nombreuses informations sont disponibles sur <http://www.seisme-1909-provence.fr>. Aujourd'hui, il est prévu de réaliser à nouveau des exercices communaux et de travailler à la prise en compte de la vulnérabilité des bâtiments (audit sismique des bâtiments de l'Etat dans le département des Alpes Maritimes, atelier transfrontalier suisse, italien et français « Audits sismiques et renforcement des bâtiments existants...).

MOTS CLES : Aléa sismique, enjeux nucléaires, risque sismique, plan séisme



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France

David BAUMONT - IRSN
Christiane VERHÉST-LEBLANC - ASN Marseille et APIS
Claire ARNAL - GREAL PACA

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Vocabulaire
- Risque sismique dans le sud-est de la France
- Stratégies de prévention du risque sismique
- Plan séisme en PACA

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Marseille - 4 février 2010

Quelques définitions

Station de mesure

Ondes sismiques

Source: modifiée en fonction de l'échelle

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Marseille - 4 février 2010

Magnitude d'un séisme

La magnitude est une mesure de l'énergie libérée par un séisme.

| Magnitude | Longueur de rupture | Coussage moyen |
|-----------|---------------------|----------------|
| 4,0 | ~1 km | ~0,01 m |
| 5,0 | ~3 km | ~0,05 m |
| 6,0 | ~10 km | ~0,2 m |
| 7,0 | ~30 km | ~1 m |
| 8,0 | ~100 km | ~5 m |

La magnitude augmente avec la surface de la faille activée et le coussage moyen.

© d'après Lindbergh et al. (1987)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Marseille - 4 février 2010

Intensité des secousses

L'intensité est une évaluation du degré de sévérité de la secousse sismique s'appuyant sur une analyse statistique des effets occasionnés par un séisme sur les personnes, les constructions et l'environnement.

(D'après Lindbergh et al. (1987))

| Intensité | Description des effets |
|-----------|--|
| I | Réveil des dormeurs |
| II | Frayeur de la population |
| III | Dégâts sur constructions vulnérables |
| IV | Dégâts de bâtiments vulnérables |
| V | Dégâts généralisés aux constructions non parasismiques |

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Marseille - 4 février 2010

Activité sismique et aléa



Activité sismique modérée

La France métropolitaine est un pays à sismicité modérée (~1 à 3 séismes de magnitude 5 par siècle), mais avec quelques événements notables (~5 séismes responsables de dommages sévères par siècle).

Données LDGRÉHAGG (1962 - 2004) Données BROMÉDARDIN (1900 - 2008)

Activité sismique du sud-est

Hors région napoléonienne
Faible activité sismique
Séisme de Minet (1964)

Séismes historiques notables
Manosque (1708) - Tricastin (1873) - Lambesc (1909)

Paléoséismes sur les failles de la Moyenne-Durance, de l'Isère, de la Trévaresse

© S. G. Collins et al. (2008)

Aléa sismique du sud-est

Estimer l'aléa sismique en un site, c'est déterminer le mouvement du sol contre lequel il convient de se prémunir.

Approche déterministe
Les scénarii sismiques sont élaborés en considérant les événements les plus forts qui ont été identifiés dans le passé et en ajoutant des marges.

Approche probabiliste
Tous les scénarii sismiques sont pris en compte au prorata de leur probabilité d'occurrence. Ce calcul vise à définir le mouvement du sol associé à une probabilité de dépassement sur une période de temps donnée.

Aléa sismique en Europe

© European Commission, Service européen pour l'occupation du territoire et les données spatiales, 11 000 000, Février 2003
Auteurs : G. Corbelli, P.L. Steneker and G. Corbelli

Risque sismique

Risque sismique

© Institut Français de Recherche en Sciences et Technologies de l'Environnement et de la Santé



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Tricastin



Le site nucléaire situé à cheval sur les régions Rhône-Alpes (Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte - Drôme) et Provence Alpes Côte d'Azur (Istaité et Lapalud - Vaucluse)

Installations du cycle du combustible nucléaire et une centrale nucléaire :

- **CDP**, la centrale nucléaire du Tricastin (4 REP de 900 MW)
- **GRANDIS**, et sa filiale la société auxiliaire du Tricastin (**SOCCATTE**), enrichissement de l'uranium pour fabriquer du combustible nucléaire;
- **COXALATON**, conversion du tétrafluorure d'uranium (UF₄) en hexafluorure d'uranium (UF₆);
- Centre **CEA** de recherche du nucléaire militaire sur le site de Pierrelatte.

Service INSC, Unité de Pierrelatte

Contrôle assuré par la division de Lyon de l'ASN



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Cadarache



Le centre de Cadarache créé en 1955, emploie en moyenne 4500 personnes

La plate-forme accueille 480 bâtiments sur 900 ha dont 20 INB et 1 INBS, organisés pour répondre à des objectifs de recherche, de développement et de soutien industriel.

7 réacteurs de recherche :

- **SOLE** / **MIRAMIS** / **GEM** / **PHOENIX** / **NOUVEAU** / **REACTOR** / **REX**

4 laboratoires de recherche sur les combustibles et les déchets

- **URCA** / **URM** / **URPC** / **ORANGE** et **11811A**

3 installations d'entreposage de déchets

- **CEEA**, **PIERREZ/CASCAD** et **le PAC**

2 installation d'entreposage des matières : **IRSI**, **MAJENCA**

2 stations de traitement des effluents et des déchets solides : **STEL/STEL**, **Agate**

2 installations AREVA NC : **STP** et **le LFC**

1 **ORNO**

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Un risque dans le sud-est

Séisme de Provence - 11 juin 1909

46 morts, 250 blessés, + 2000 constructions endommagées



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Un risque actuel

Italie (Aquila) - 6 avril 2009

300 morts, 1500 blessés, 65 000 personnes évacuées



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Un risque actuel

Indonésie - 2 septembre 2009

des milliers de morts et de blessés



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Un risque actuel

Haiti - 12 janvier 2010

des milliers de morts et de blessés





Un risque pour les INB

Chetsu Oh- 18 juillet 2007
11 morts et 1000 blessés
De nombreux dommages / bâti courant et infrastructures
Des dommages matériels et des rejets / centrale nucléaire de Kashiwazaki-Karwa

Arrêt de la centrale nucléaire de Kashiwazaki-Karwa 7 REB - 3000 MW

Stratégies de prévention

Effets des séismes

Les tremblements de terre sont inévitables, mais la destruction des constructions n'est pas inévitable.
Or plus de 90 % des pertes en vies humaines sont dues à l'effondrement de bâtiments

Izmit, Turquie 1999

Stratégies de prévention

Comment réduire le risque sismique ?

- Impossibilité d'agir sur l'aléa sismique
- Action sur les enjeux exposés (réseaux, bâtiments, infrastructures, ...) → Construction parasismique
- Action sur l'aménagement du territoire
- Action sur la connaissance du risque
- Préparation à la gestion de crise

Stratégies de prévention

→ Une obligation de protection des personnes

Proportionnée :

- à l'aléa sismique (exposition)
 - Un zonage sismique national pour la construction des ouvrages courants

Des études spécifiques pour caractériser l'aléa sismique pour les ouvrages à "caractère sensible" ex. installations nucléaires

Stratégies de prévention

→ Une obligation de protection des personnes

Proportionnée :

- à l'aléa sismique (exposition)
- à la nature des enjeux
 - Ouvrage à risque normal (ORN)
 - 4 classes A, B, C et D / risque pour les personnes et fonction prioritaire en cas de crise sismique
 - un niveau de contraintes croissant en terme de dimensionnement de la classe A à la classe D
 - obligation de construction parasismique selon les règles nationales



Stratégies de prévention

Une obligation de protection des personnes

Proportionnée :

- à l'aléa sismique (exposition)
- à la nature des enjeux

- Ouvrage à risque normal (ORN)
 - installations nucléaires de base (INB)
 - installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
 - grands batiments
- Ouvrage à risque spécial (ORS)

Stratégies de prévention

| Ouvrages à risque normal | Ouvrages à risque spécial (INB) |
|---|---|
| -Une protection "probabiliste" | -Une protection "déterministe" |
| -Non-effondrement des structures | -Non-effondrement des structures |
| -Construction PS obligatoire / PS 92 (puis ECB) | -Confinement des matières |
| -Comportement ductile | -Construction PS obligatoire / règles fondamentales de sûreté RFS |
| -Pas de renforcement préventif systématique de l'existant | -Comportement élastique |
| -Un renforcement PS obligatoire en fonction de travaux significatifs modifiant l'existant | -Des réévaluations périodiques de l'existant |

Plan Séisme en PACA

Plan séisme en PACA

Programme interministériel (Écologie, Équipement, Logement, Intérieur, Recherche, Outremer, Éducation nationale, Enseignement supérieur, Travail, ...) :

4 Chantiers, des ateliers, des actions (plus de 80)

Durée : 6 ans (2005 à 2010)

Conduite nationale du programme : MEEDM

Déclinaison régionale du programme suivant les besoins locaux > animation et pilotage locaux

Actions réalisées par les différents acteurs du risque sismique (publics et privés)

Plan séisme en PACA

Axes de travail

- Information Formation et communication auprès
 - Du grand public
 - Des scolaires
 - Des gestionnaires du risque
- Approfondir la connaissance du phénomène et de l'aléa
- Améliorer la prise en compte du risque sismique dans la construction et l'urbanisme
- Prendre en compte le risque sismique dans l'aménagement et la gestion de crise

*Développant les actions de concertation et de coopération
Mettant en place un réseau d'acteurs référents sur le territoire*

Plan séisme en PACA

- La commémoration du séisme du 11 juin 1909, une occasion de rassembler les acteurs du territoire autour du séisme
- 11 juin 2009 les actions réalisées
 - Ouverture du site internet plus de 20 000 visiteurs
 - Expositions grand public et scolaires, plus de 10 000 personnes
 - Congrès des gestionnaires du risque 150 participants
 - 20 communes impliquées, 2000 participants
 - Deux exercices communaux joués avec les collèges
 - Congrès scientifique 200 communications



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

Plan séisme en PACA

2010 : Prise en compte du risque sismique dans la construction

- Les actions à travers « l'Etat exemplaire » : audits de la vulnérabilité sismique des bâtiments
- Echange de **savoir-faire** à travers un projet européen.
- **Milieu scolaire** : mise en place d'une journée « séisme et construction » au lycée Diderot (en projet)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

Zonage aléa devant devenir réglementaire

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

Points Clés

- Protection "déterministe" et "conservatrice" pour les installations nucléaires de base
- Prévention du risque sismique:
 - *action globale sur les différentes composantes du risque*
 - *mobilisation de l'ensemble des parties prenantes*
- Nécessité de poursuivre la recherche et de recourir à l'expertise pour mieux connaître afin de mieux maîtriser
- Utilité du retour d'expérience

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

Contacts

Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France

David BALMONT
IRSN - Chef du Bureau d'Évaluation des Risques Sismiques pour la Sécurité des Installations
David.Balmont@irsn.fr - 01 50 35 76 63

Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC
Chargée d'affaires en sûreté nucléaire et référent « séisme »
ghislaine.verrhiest@irsn.fr - 04 91 83 63 96

Claire ARNAL
Chargée de mission plan séisme
claire.arnal@developpement-durable.gouv.fr - 06 00 81 91 43



Partie 1 : Rôle des parties prenantes
Les interrogations des CLI sur la question des séismes

Monique SENE - ANCLI



Physicienne, retraitée du CNRS
Vice Présidente de l'ANCLI
Pilote du Groupe de Travail "réacteurs"
Membre du Haut Comité pour la Transparence sur la sécurité Nucléaire

Experte auprès des CLI :

- suivi des visites décennales 1 2 et 3 pour Fessenheim 1, des VD2 et 3 pour Fessenheim 2, de la VD2 de Blayais 1 et de la VD1 de Golfech 2
- analyse des enquêtes publiques : CEDRA en 2001, Saphir, IPHI à Saclay 2003, Centre Frédéric Joliot CEA-Orsay en 2004, Rejets du centre de Saclay (2006), EPR dossier de création 2006
- participation à la réflexion européenne pour l'application de la Convention Arrhus



LES INTERROGATIONS DES CLI SUR LA QUESTION DU SEISME

Monique Sené

Groupement de Scientifiques pour l'Information sur l'Energie Nucléaire
Vice Présidente de l'ANCLI

RESUME :

Les CLI sont confrontées à la problématique séisme depuis longtemps. En particulier, le grand vulcanologue Haroun Tazieff était intervenu dans les années 70 contre l'implantation de Superphénix en vallée du Rhône. Il avait alors souligné la possibilité de séisme dans le sillon rhodanien.

Evidemment les réacteurs ont été conçus en tenant compte de possibilités de séisme et en prenant des marges, mais les connaissances ont fortement évoluées depuis 40 ans.

L'ASN a remis à jour les règles (2001 puis 2006), mais comment reprendre les bâtiments et les sécuriser ? Et de plus, les fameuses Règles Fondamentales de Sûreté (traduites en guide) "*sont destinées à être utilisées pour la conception d'installations nucléaires nouvelles. Toutefois, dans une démarche d'amélioration permanente de la sûreté des installations existantes, l'ASN peut demander aux exploitants d'examiner les conséquences de l'application rétroactive d'une nouvelle règle fondamentale de sûreté sur des installations déjà construites ; la nécessité de modifier les installations est alors appréciée au cas par cas.*"

Cependant, lors de la création (2002) de CEDRA (Conditionnement et Entreposage de Déchets Radioactifs) on aurait aimé trouver dans l'enquête publique plus de renseignements à propos des séismes. Par exemple le séisme de Lambesc de 1909 n'est pas pris en compte correctement : on atténue son intensité en tenant compte des 40 km qui séparent le site de la ville. Nous avons aussi souligné dans notre rapport que les études de dangers étaient "trop optimistes":

"Elles sont menées de façon très segmentée. Les scénarios envisagés sont très réducteurs même s'ils sont déclarés "réalistes". En effet, un incendie dans une boîte à gants, dans le local d'entreposage tampon ou un séisme affectant le bâtiment de traitement pendant son fonctionnement sont considérés comme trois événements disjoints.

Pourtant en cas de séisme, surtout s'il est hors du dimensionnement actuel, il est vraisemblable que de nombreuses alimentations en fluides seraient détruites ou arrêtées. Il ne s'agit plus d'évoquer un incendie limité à une boîte à gants, mais d'imaginer les séquences accidentelles conduisant à une dispersion de produits radioactifs et d'évaluer les quantités qui pourraient être dispersées et de tenir compte de l'effet domino.

Clairement la construction (conçue en 1997) n'a pas vraiment été réactualisée pour tenir compte des dernières règles. En 2010, a-t-on amélioré les choses ? Il faut l'espérer...

En 2003 dans une note l'ASN a écrit que "*l'IRSN a fait sa propre évaluation des niveaux de séisme résultant de la RFS 2001-01, qui diffère sensiblement, de celle présentée par EDF. Par courrier du 02 juin 2003, l'ASN a donc été amenée à préciser l'interprétation de la RFS 2001-01, et ses modalités d'application aux réexamens de sûreté des réacteurs de 900 et 1300 mégawatts.*"

A l'époque la note a fait grand bruit.

En effet les désaccords portaient principalement sur "*l'interprétation du texte même de la RFS 2001-01 et l'interprétation des données sismo-tectoniques et sismiques.*"

L'ASN avait alors tranché en demandant à EDF (et aux autres exploitants) de fournir des études complémentaires, ce qui avait été mal ressenti par les CLI. En particulier l'IRSN avait pointé :

"-la fermeture de l'installation (atelier de fabrication de combustible au plutonium à Cadarache) ;

-la mise en œuvre de renforcements importants, même pour des installations dont la durée de vie est réduite (cas du Laboratoire d'Examen des Combustibles Actifs (LECA) du CEA à Cadarache ou de la centrale PHENIX du CEA à Marcoule) ;

-les corrections de non-conformités (cas des réacteurs de 900 MWe d'Électricité de France).

Et il semblait que ses recommandations allaient être ignorées. Ce ne fut pas le cas heureusement, des calendriers d'arrêt et de corrections ont été établis. Il est vrai qu'il est nécessaire d'expliquer pourquoi un délai peut exister entre la découverte d'un problème et la mise en place des solutions : il faut vérifier que la correction ne va pas induire d'autres problèmes. Mais, cette démarche est parfois mal employée et permet de se soustraire à une mise à niveau indispensable à la sûreté. D'ailleurs la philosophie de l'ASN est : "*pour les anomalies de tenue au séisme, un élément de jugement sur l'urgence de la réparation réside dans le niveau du séisme pour lequel la tenue du matériel en cause reste démontrée. Dans les cas où il s'agit seulement de restaurer une marge de sécurité pour un équipement qui résiste déjà à un séisme important, des délais de réparation plus longs peuvent être acceptés.*"



Cette vision suppose une bonne connaissance des niveaux des séismes : est-ce le cas ?

Il n'empêche la prise en charge par les riverains (et le réseau Sortir du Nucléaire) a probablement (sûrement) aidé à l'établissement des calendriers d'arrêt.

Dans le cadre de la visite décennale de Fessenheim, nous disposons d'une étude commanditée par la Suisse au cabinet RESONANCE et dont les résultats ont été présentée à la CLIS. En voici quelques conclusions :

"La réévaluation de l'aléa sismique, telle que proposée, jusqu'à présent, par EDF en vue de la 3ème visite décennale de la CN de Fessenheim; mène à une sous-estimation prononcée de l'aléa et n'est donc pas acceptable. Le même constat est valable, dans une moindre mesure, pour la réévaluation de l'aléa proposée par l'IRSN. La présente expertise détaille point par point les faiblesses de ces réévaluations. Les principales raisons de la sous-évaluation de l'aléa sismique sont :

- une interprétation trop optimiste des caractéristiques clefs du séisme de Bâle de 1356 servant comme séisme de référence : sous-estimation de sa magnitude et surévaluation de la distance minimale à la CN à laquelle un tel séisme pourrait survenir (EDF et IRSN).

- le fait de ne retenir aucun séisme local comme séisme de référence (EDF uniquement).

(...)

Les questions concernant la résistance sismique des structures clef de la CN de Fessenheim n'ont pu être traitées de façon concrète par manque d'information à disposition. Par rapport à cet aspect, la présente expertise doit se limiter à quelques constats généraux.

Dans les années de la construction de la CN de Fessenheim, il était habituel de faire un dimensionnement dit "élastique", ce qui est, dans la plupart des cas, mais pas forcément dans tous les cas, très fortement du côté de la sécurité. Les marges de réserves peuvent représenter un facteur 2, voire plus, par rapport au séisme de dimensionnement. L'existence d'une telle marge de réserve s'est essentiellement confirmée dans le cas récent de la CN japonaise de Kashiwazaki-Kariwa qui a subi, avec le séisme Niigataken Chuetsu-oki, une sollicitation sismique environ deux fois plus forte que celle prise en compte lors de son dimensionnement.

Par conséquent, il est probable que des marges de réserves considérables existent par rapport au séisme de dimensionnement (aléa sismique) – sous-évalué – de l'époque. En revanche, il reste à déterminer si ces réserves suffisent par rapport à une évaluation plus réaliste de l'aléa sismique pour le site de Fessenheim.

Il est impossible de conclure immédiatement, à cause de la sous-évaluation du séisme de dimensionnement, que la CN de Fessenheim représente un risque sismique inacceptable – bien qu'un certain soupçon soit sans aucun doute permis. Seul un contrôle sismique approfondi des bâtiments et installations clef de la CN de Fessenheim permettraient de confirmer ou d'infirmer ce soupçon. Il est, à notre avis, impératif de procéder le plus rapidement possible à un tel contrôle approfondi."

Un séminaire sur le risque sismique s'est tenu en 2009 à Strasbourg : il reste encore à confirmer ou infirmer certaines hypothèses.

Le sujet est loin d'être épuisé et les réacteurs vont tous progressivement subir des travaux permettant de renforcer les bâtiments de l'îlot nucléaire et de la salle machine et ce pendant leur visite décennale n°3.

Que conclure

La problématique "séisme" est certes prise en charge. Mais, la mise en oeuvre n'est pas très rapide. Evidemment, on peut espérer que les bâtiments ont un dimensionnement suffisant, ce qui a été confirmé lors du séisme à Kashiwazaki-Kariva. Les structures ont effectivement résisté, mais, il n'en demeure pas moins qu'il y a eu des dégâts qui ont obligés à stopper les réacteurs.

Séisme, inondation interne et externe, explosion obligent à revoir les installations, à réévaluer les études de dangers.

Si il est nécessaire d'évaluer l'impact sur la sûreté d'une modification et de la concevoir en fonction de ce critère il n'est pas recevable de retarder des modifications à l'aune de considérations économiques.

Par exemple, la fermeture de l'ATPu, demandée en 1998, puis repoussée jusqu'en 2003, n'a finalement été effective qu'en 2009 avec le décret engageant le démantèlement. C'est bien évident que de telles situations ne contribuent pas à éclaircir le sujet.

Partie 1 : Rôle des parties prenantes
Les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND

Laurent KUENY – ASN Marseille



Formation académique

- Ecole Internationale du Droit Nucléaire (Université de Montpellier, OCDE/Agence de l'Energie Nucléaire) - 2009
- Diplôme d'ingénieur du Corps d'Etat de l'Ecole des Mines - 2006
- Diplôme d'ingénieur-civil de l'Ecole des Mines de Paris - 2003

Expérience professionnelle et position actuelle

Après une expérience dans l'aéronautique chez EADS, Laurent KUENY a travaillé pendant un an au sein de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) à Vienne en 2005, pour mettre en place un audit international des autorités de sûreté nucléaire.

Il a ensuite rejoint l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en 2006 en tant que Chef de la division de Marseille. Il encadre une équipe de 16 inspecteurs qui ont en charge le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans les régions Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse.

Il prendra en charge à partir du 1er mars 2010 la Direction des activités industrielles et du transport de l'ASN.

Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC – ASN Marseille



Ghislaine Verrhiest-Leblanc est inspectrice de la sûreté nucléaire et référent séisme à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) de Marseille.

Titulaire d'un diplôme de l'école d'architecture de Marseille Luminy en construction parasismique, elle a précédemment travaillé au CETE Méditerranée sur la vulnérabilité au séisme des territoires et des constructions après avoir exercé dans le domaine des risques industriels pour le compte du ministère de l'écologie.

Elle est vice-présidente du CAREX de l'association française de génie parasismique (AFPS), impliquée dans divers groupes de travail (équipements des écoles en zone sismique, valorisation du retour d'expérience de missions post-sismiques, diagnostic d'urgence) et a participé à des missions post-sismiques (Guadeloupe 2005 et Japon 2007).

En 2009, elle a contribué à de nombreuses actions locales dans le cadre de la commémoration du séisme de Provence au nom de l'ASN et de l'AFPS.



Les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND

Laurent Kueny¹ et Ghislaine Verrhiest-leblanc¹

¹ Autorité de sûreté nucléaire – Division de Marseille – 67/69 avenue du Prado – 13286 MARSEILLE cedex 06

RESUME :

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) assure, au nom de l'Etat, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés au nucléaire. Elle contribue à l'information des citoyens dans ces domaines.

L'ambition de l'ASN est d'assurer un contrôle du nucléaire performant, légitime et crédible, reconnu par les citoyens et qui constitue une référence internationale.

La France compte aujourd'hui 124 installations nucléaires de base civiles.

L'Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense (ASND) assure sur son champ de compétences les mêmes missions que celles de l'ASN.

La division de Marseille de l'ASN est responsable du contrôle de l'ensemble des activités civiles mettant en œuvre des rayonnements ionisants dans les régions Provence alpes côte d'azur, Languedoc-Roussillon et Corse : centres nucléaires de Marcoule (4 installations nucléaires de base –INB) et de Cadarache (20 INB), plusieurs centaines d'activités soumises à autorisation dans les milieux médicaux, industriels et de la recherche. Elle est également en charge du contrôle de la sûreté des transports de matières radioactives.

En matière de prise en compte du risque sismique dans la sûreté des installations nucléaires, les priorités de l'ASN Marseille sont les suivantes :

Faire progresser la sûreté :

- connaissance de l'aléa sismique et de la vulnérabilité au séisme
- suivi du respect des engagements du CEA concernant l'arrêt ou la rénovation des installations sur le site de Cadarache
- contrôler les chantiers de rénovation d'installations nucléaires et les opérations de génie civil sur les installations nouvelles
- amélioration des plans d'urgence et de l'organisation en cas de crise

Faire progresser la transparence :

- échanger avec le public (journée du 4 février 2010, CLI,...)
- développer des outils d'information et de communication (film, internet, posters, articles...)
- participer à la mémoire collective du risque et tirer des enseignements du retour d'expérience / nombreuses actions dans le cadre de la commémoration du séisme de Provence de 1909

MOTS CLES : ASN, ASND, installations nucléaires, risque sismique, réglementation, contrôle, transparence



**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND

Laurent KUENY - Chef de la Division ASN Marseille
Christiane VERRHIEST-LEBLANC - Chargée d'affaires en
sûreté nucléaire et zéro défaut « zéro »

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- L'ASN et le DSND
- La stratégie générale de prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires
- Les actions de l'ASN concernant le risque sismique dans le sud-est de la France

asn Autorité de sûreté nucléaire
- 450 agents,
- 2000 inspections par an (1000 en INB)

Les INB, installations nucléaires de base

124 INB au 31/12/2009

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Marseille - 4 février 2010

DSND

Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense*
- 50 agents

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Marseille - 4 février 2010

L'ASN, autorité, indépendance, transparence

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Marseille - 4 février 2010

L'indépendance de l'ASN est garantie par un collège de 5 commissaires

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés à l'utilisation des rayonnements ionisants et contribuer à l'information des citoyens

- 5 commissaires nommés pour 6 ans
- Mandat non renouvelable
- Inamovibles
- Nommés par
 - le Président de la République pour 3 d'entre eux
 - le Président de l'Assemblée nationale pour l'un d'eux
 - le Président du Sénat pour l'un d'eux
- S'appuient sur des services composés de 450 agents et des experts, dont l'IRSN



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

L'ASN, unique AAI à disposer d'implantations en région

- Département de Lyon**
1 délégué territorial
1 chef de division
23 inspecteurs
→ 232 inspections par an
- Département de Marseille**
1 délégué territorial
1 chef de division
27 inspecteurs
→ 280 inspections par an

Site de Tricastin
Site de Cadarache

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

Les métiers de l'ASN

- Réglementer
- Autoriser
- Contrôler et inspecter
- Organiser la surveillance radiologique des personnes et de l'environnement
- Gérer les situations d'urgence
- Informers
- L'international

Plus de 2000 inspections par an
Coopération et sanctions

Un principe de sûreté : Le premier responsable demeure l'exploitant

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

L'information du public est au cœur des missions de l'ASN

La loi TSN article 4 : « L'autorité de sûreté nucléaire participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence »

- Mise en ligne des lettres de suite et des avis d'incident
- État de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France : présenté annuellement à l'Office Parlementaire pour l'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques
- Relations avec la presse : conférence de presse en région (Marseille, Montpellier, Nice etc.)
- Revue continue - libre internet
- Investissement fort de l'ASN pour soutenir les travaux des Commissions Locales d'Information

www.asn.fr

CLIGEET

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

L'ASND, homologue de l'ASN pour les installations intéressant la défense

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

DSND Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense*

| | |
|---|--|
| <p>Missions</p> <ul style="list-style-type: none"> Élaborer la réglementation de sûreté nucléaire et protection contre les rayonnements ionisants Autoriser la création, la mise en service, les modifications, la mise à l'arrêt et le démantèlement des installations Contrôler l'application de la réglementation Prévenir les accidents et en limiter les conséquences Informers le public dans les domaines de sa compétence | <p>Champ d'action</p> <ul style="list-style-type: none"> Installations et activités nucléaires intéressant la défense (IANID) <p>Organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> Structure placée auprès des ministères de la défense et de l'industrie Indépendante des exploitants nucléaires <p>Appui technique indépendant</p> <ul style="list-style-type: none"> Experts (notamment IRSN) 5 commissions de sûreté |
|---|--|

Cohérence et coordination des actions avec l'ASN
Conventions sur activités communes – inspections conjointes – exercices de gestion de crise

*Code de la défense R° 1333-57 à R° 1333-59, R° 1333-61 à R° 1333-67-4, R° 1413-1 à R° 1413-6

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - Juin 2010

La stratégie générale / prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires



Dimensionner des installations

- Application de "Règles Fondamentales de Sécurité" / Installations Nucléaires de Base (INB)
- Évaluation déterministe de l'aléa sismique (*voir / ASPE*)
- Données historiques, étude géologique et sismologique
- Détermination de Séisme Maximum Historiquement Vraisemblable SMHV *ex: Séisme de référence de 1700 pour Cadarache*
- Majoration du SMHV pour dimensionner les installations = Séisme Majoré de Sécurité SMS



Conception PS des INB

- Obligation des exploitants de prendre compte le risque sismique dès la conception des installations
- Amélioration continue de la sûreté / travaux de recherche sur le comportement des structures et des équipements et le développement de dispositifs de prévention




Réduction de la vulnérabilité



The flowchart illustrates a cycle of improvement: 'Amélioration continue de la connaissance du risque sismique' leads to 'Recherche', which provides 'Données actualisées / Aléa sismique / Vulnérabilité au système'. This leads to 'Actions techniques et organisationnelles de réduction du risque'. These actions feed back into 'Reévaluation périodique du risque sismique', which leads to 'Comparaison dimensionnement actuel / performance souhaitée et + B', resulting in 'Fermeture / arrêt' or 'Renforcement PS'.

Les actions de l'ASN concernant le risque sismique dans le sud-est de la France

Priorités ASN Marseille

- Faire progresser la sûreté
 - connaissance de l'aléa sismique et de la vulnérabilité au séisme
 - suivi du respect des engagements du CEA concernant l'arrêt ou la rénovation des installations sur le site de Cadarache
 - contrôler les chantiers de rénovation d'installations nucléaires et les opérations de génie civil sur les installations nouvelles
 - amélioration des plans d'urgence et de l'organisation en cas de crise
- Faire progresser la transparence :
 - échanger avec le public (journée du 4 février 2010, CLU, ...)
 - développer des outils d'information et de communication (film, internet, posters, articles, ...)
 - participer à la mémoire collective du risque et tirer des enseignements du retour d'expérience / nombreuses actions dans le cadre de la commémoration du séisme de Provence de 1909

Actions de l'ASN Marseille autour de la commémoration du séisme de Provence

- Comité régional / commémoration
- Film « séisme en Provence »
- Congrès des gestionnaires du risque du 11 juin 2009
- Colloque scientifique des 6, 7 et 8 juillet 2009
- Exposition SISMOTOUR
- Article DREAL PACA et ASN Marseille dans Préventique Magazine juillet-août 2009
- Note d'information sur le site www.asn.fr



Points Clés

- Séisme = source d'agression externe majeure / installations nucléaires
- Une exigence de sûreté : améliorer en permanence la connaissance du risque sismique, faire progresser la réglementation en conséquence et réévaluer périodiquement la conformité des installations
- Vigilance de l'ASN et de l'ASN-D dès la conception (ex : nouveaux projets à Cadarache) et tout au long de la vie des installations (ex : renforcements en cours sur Cadarache)
- Cette exigence et cette vigilance sont déclinées en 2010 dans différentes actions permettant d'améliorer la connaissance, le contrôle, et l'information du public sur le sujet



Partie 1 : Rôle des parties prenantes

Les missions et les actions de l'IRSN

David BAUMONT – IRSN/DEI/SARG/BERSSIN



Activité principale : Expertise et recherche dans le domaine de l'évaluation de l'aléa sismique

Responsable du Bureau d'Evaluation des Risques Sismiques pour la Sûreté des INstallations (BERSSIN) à l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

Responsable du projet " Etudes et recherches sur le risque lié aux agressions naturelles pour les activités nucléaires, et valorisation des compétences "

Gilbert GUILHEM – IRSN



Ingénieur génie civil diplômé de l'ENSM (Centrale Nantes) en 1977, Gilbert Guilhem rejoint l'IRSN en 2005. Après un parcours dans l'ingénierie intégrée au sein d'une grande usine et dans l'ingénierie industrielle, il s'est orienté vers l'ingénierie nucléaire au sein d'un grand groupe, en tant que responsable d'études génie civil. Il est aujourd'hui Responsable du bureau d'analyse du génie civil et des structures (BAGCS) de l'IRSN.



Missions et actions de l'IRSN - Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France

David Baumont - Gilbert Guilhem

IRSN/DEI/SARG/BERSSIN - IRSN/DSR/SAMS/BAGCS
BP 17 - 92262 Fontenay Aux Roses Cedex

RESUME :

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire est l'expert public en matière de recherche et d'expertise sur les risques nucléaires et radiologiques. Le champ de compétences de l'IRSN couvre l'ensemble des risques liés aux rayonnements ionisants utilisés dans l'industrie et la médecine, ou liés aux rayonnements naturels. L'IRSN exerce des missions d'expertise et de recherche dans les domaines suivants : surveillance radiologique de l'environnement et intervention en situation d'urgence radiologique, radioprotection de l'homme, prévention des accidents majeurs dans les installations nucléaires, sûreté des réacteurs, des usines, des laboratoires, des transports et des déchets.

La France métropolitaine est un pays à sismicité modérée. Toutefois, la sûreté de chaque installation nucléaire devant être assurée même en cas de séisme, il est nécessaire d'intégrer le risque sismique dès sa conception ainsi qu'aux différentes étapes de sa vie (construction, exploitation, démantèlement). Il s'agit donc d'une part d'évaluer les caractéristiques des séismes susceptibles de survenir sur le site où elle est implantée, et d'autre part de vérifier la conception parasismique des ouvrages et équipements. L'évaluation de l'aléa sismique nécessite de caractériser les sources géologiques susceptibles de produire des séismes, d'estimer la magnitude des séismes potentiels, et d'évaluer le mouvement du sol attendu sur le site en cas de séisme, en tenant compte de la nature des sols sous l'installation. Afin d'améliorer la connaissance et les pratiques associées à chacune de ces étapes, l'IRSN mène des actions de recherche en collaboration avec des organismes scientifiques nationaux ou internationaux, notamment dans la région PACA (caractérisation de la faille de la Moyenne-Durance, des séismes historiques de Lambesc et de Manosque, etc.). Par ailleurs, l'IRSN analyse les dispositions retenues par l'exploitant au stade de la conception, de la réalisation, lors de modifications ou de réparations, et vérifie leur adéquation aux objectifs de sûreté et leur conformité aux règles de l'art. En particulier, il s'agit de garantir le respect des exigences attribuées aux ouvrages des installations nucléaires en cas de séisme : exigences de résistance (stabilité globale et locale, supportage des équipements), de non-interaction (pas d'entrechoquement entre ouvrages mitoyens), d'étanchéité (clos et couvert vis-à-vis des intempéries, rétention des liquides, confinement des aérosols)... L'IRSN vérifie également que les modifications de l'installation et les effets du vieillissement ont bien été pris en compte dans l'analyse du comportement sismique et analyse, le cas échéant, les solutions de renforcement parasismique... En parallèle, l'IRSN contribue à la maîtrise du risque sismique en améliorant les connaissances et la réglementation relatives au comportement sismique des ouvrages nucléaires.

MOTS CLES : Aléa et risque sismique, sûreté nucléaire, expertise, recherche



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

Missions et actions de l'IRSN « risque sismique et installations nucléaires » dans le sud-est de la France

Denis BAUMONT - Chef du Bureau d'Évaluation des Risques Sismiques pour le Sud-est des Installations
Gilbert GUILHEM - Chef du Bureau d'Analyse du Débit Civil des Installations

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

Points abordés

Aléa sismique & Comportement sismique des ouvrages

- Missions de l'IRSN
- Actions de l'IRSN
 - Aléa sismique
 - Comportement sismique des ouvrages
- Points clés

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

Missions de l'IRSN

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

L'IRSN en bref

- EPIC, créé en 2002, placé sous la tutelle conjointe des ministres :
 - de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer
 - de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi,
 - de l'Enseignement supérieur et de la Recherche,
 - de la Défense
 - et de la Santé et des Sports
- Expert public en matière de recherche et d'expertise dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques
- Effectif : 1700 salariés en contrat

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

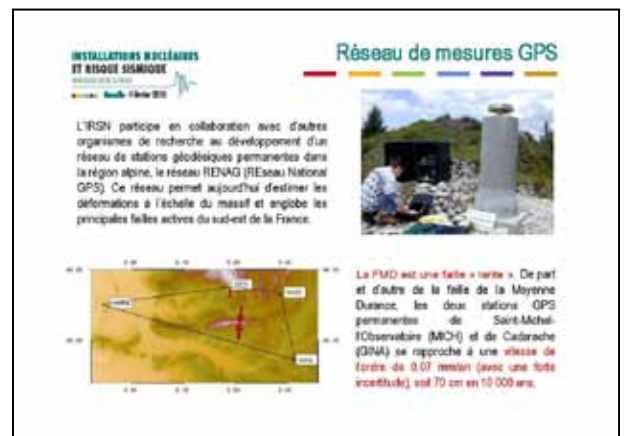
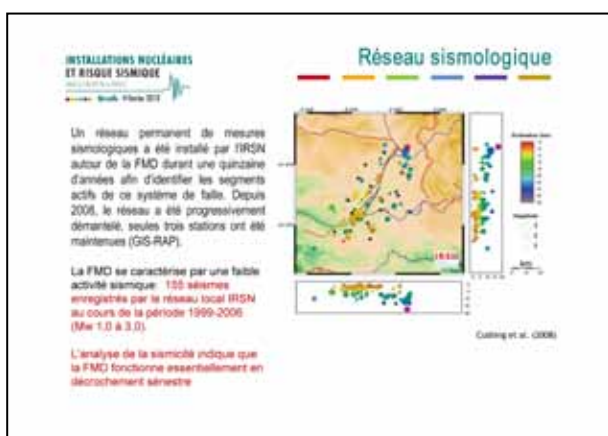
Nos principales missions

- Recherche et services d'intérêt public, incluant la contribution à l'information du public
- Appui technique aux autorités publiques pour les activités à vocation civile ou relevant de la défense
- Prestations contractuelles d'expertises, d'études, de mesures, pour le compte d'organismes publics ou privés

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
MARSILLE - 4 FÉVRIER 2010

IRSN - Domaines d'activité

- Sûreté des réacteurs
- Sûreté des usines, laboratoires, transports et déchets
- Expertise nucléaire de défense
- Radioprotection de l'homme
- Surveillance radiologique de l'environnement et intervention en situation d'urgence radiologique
- Prévention des accidents majeurs dans les installations nucléaires





Le séisme de Manosque (1708)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

L'IRSN contribue en collaboration avec le BRGM et EDF au développement de la base de données SisFrance qui recense les effets occasionnés par les séismes en France métropolitaine.

En parallèle, IRSN mène des actions de recherche plus ciblées pour améliorer les connaissances de certains séismes historiques comme par exemple le séisme de 1708 à Manosque.

Les investigations effectuées en collaboration avec un historien (Université de St Quentin en Yvelines) et l'APS ont notamment permis d'évaluer la zone de dommages du séisme de 1708 et d'établir plus précisément le bilan des dommages dans la ville de Manosque.

Quenel et al., (2004)

Le séisme de Lambesc (1909)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Le séisme de Lambesc (1909) est un événement majeur du XX^{ème} siècle dans le quart Sud-est de la France.

Afin de préciser ses caractéristiques, une étude a été menée en collaboration entre l'INGV (Rome) et l'IRSN en se basant sur les secousses enregistrées par les tous premiers sismographes installés en Europe. Ces travaux ont permis d'évaluer la magnitude de cet événement à environ 5.0.

Barnau et al., (2005)

Évaluation des effets de site

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Les propriétés mécaniques et la géométrie des couches géologiques superficielles peuvent fortement modifier le mouvement du sol (effets de site).

L'IRSN contribue au développement d'outils de modélisation numérique de la propagation des ondes dans des milieux géologiques complexes.

Illustration du piégeage des ondes sismiques dans une structure géologique complexe, ce qui se traduit par une augmentation de l'amplitude et de la durée de la secousse sismique.

Bardis et al., (2007)

Évaluation probabiliste

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

L'évaluation probabiliste de l'aléa constitue un outil très complémentaire à l'approche déterministe dans le traitement des incertitudes.

Dans le cadre d'une évaluation probabiliste de sûreté, l'IRSN a réalisé une étude probabiliste pour le site du Tricastin en développant un modèle de failles pour la région (géométrie, vitesse).

Ce type d'étude permet d'identifier les scénarii qui contribuent le plus à l'aléa et les paramètres qui contrôlent les niveaux d'aléa (nécessité d'améliorer nos connaissances sur les vitesses de glissement des failles).

Clémont et al., (2004) & Scotti et al., (2005)

Points clés - Aléa sismique

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

- Les réévaluations périodiques de sûreté constituent un point fort de la démarche réglementaire française
- Les processus réglementaires et d'évolution des connaissances ont chacun leur calendrier :
 - Les réévaluations de sûreté ont une périodicité de 10 ans
 - L'évolution des connaissances est un processus continu. L'IRSN définit et met en œuvre des programmes de recherche et d'études nationaux et internationaux afin de maintenir et développer les compétences nécessaires à l'expertise dans ses domaines d'activité.
- Le lien entre évolution des connaissances et processus réglementaire requiert de disposer de connaissances stabilisées et solidement établies.

Actions de l'IRSN

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Comportement sismique des ouvrages



Actions de l'IRSN

Activités principales du BAGCS

- Analyses techniques relatives aux ouvrages de génie civil et aux structures participant à la sûreté des installations nucléaires,
- Soutien technique à l'ASN pour les inspections sur site,
- Développement des connaissances, des méthodes et outils d'analyse du comportement des ouvrages (R&D),
- Formation interne et externe, enseignement,
- Contribution à l'élaboration de la réglementation technique nationale et internationale,
- Collaboration internationale avec d'autres organismes

Ces activités concernent notamment le génie parasismique

Actions de l'IRSN

Domaines de compétences du BAGCS

- géotechnique, mécanique des sols, systèmes de fondations,
- conception parasismique, dimensionnement des structures,
- évaluation du comportement des ouvrages de génie civil :
 - constructions en béton armé ou précontraint (bâtiments, galeries enterrées, soutènements, digues...), charpentes métalliques,
 - équipements formant barrière de confinement (réservoirs, cuves, cuvelages, boîtes à gants, structures d'entreposage de matières nucléaires...)
 - ancrages d'équipements importants pour la sûreté (EIS) ou agresseurs potentiels d'EIS,
- procédés de réparation et de renforcement de ces ouvrages
- simulation numérique (calculs sismiques, chocs, explosions, interaction sol-structure...)

Risque sismique : 40% de l'activité



Actions de l'IRSN

Vous avez dit « vulnérabilité » ?

L'IRSN ANALYSE LE RESPECT DES EXIGENCES ATTRIBUÉES AUX OUVRAGES DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES EN CAS DE SEISME :

EXIGENCES DE RESISTANCE

Stabilité d'ensemble (de la structure)
Stabilité locale (des éléments structuraux)
Supportage (des équipements).

EXIGENCE DE NON-INTERACTION (ouvrages mitoyens)

EXIGENCES D'ETANCHEITE

Clos et couvert (intempéries)
Rétention (liquides)
Confinement (aérosols).

Actions de l'IRSN

Exigences de comportement

Exemple : un mur en béton armé après un séisme

L'IRSN vérifie que la conception et le dimensionnement respectent les critères associés aux exigences de résistance, étanchéité, radioprotection ...



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Expertise sismique

Actions de l'IRSN

L'IRSN ANALYSE, EN REGARD DU COMPORTEMENT SISMIQUE REQUIS :

- l'évaluation des sollicitations : demande sismique D
- la définition des critères : capacité de la structure C
- la vérification du respect des critères : $C > D$

➔ **OUVRAGES NEUFS :**

REFERENTIEL DE CONCEPTION-DIMENSIONNEMENT : GUIDE ASN 2011

➔ **OUVRAGES ANCIENS :**

- ABSENCE DE REFERENTIEL POUR LA REEVALUATION SISMIQUE
- REGLEMENTS DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT PARASISMQUES EN VIGUEUR INAPPLICABLES EN PRATIQUE
- NECESSITE D'UNE EVALUATION SPECIFIQUE DE TYPE EXPERTISE (ANALYSE DES TRANSFERTS D'EFFORTS)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Expertise sismique

Actions de l'IRSN

L'IRSN VERIFIE QUE LES MODIFICATIONS DE L'INSTALLATION ET LES EFFETS DU VIEILLISSEMENT ONT BIEN ÉTÉ PRIS EN COMPTE DANS L'ANALYSE DU COMPORTEMENT SISMIQUE

DIAGNOSTIC PHYSIQUE

- corrosion
- fissures
- déformations (fluage ...)
- fatigue (ancrages...)
- pathologies du béton
- durcissement des élastomères

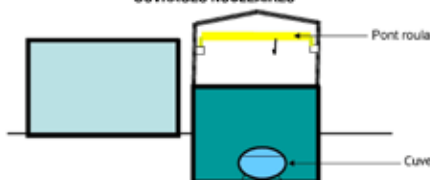


Ancrages corrodés: le décollement de la cuve lors du séisme a déplacé la cuve

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Expertise sismique

Actions de l'IRSN

CONFIGURATIONS INFLUENÇANT LE COMPORTEMENT SISMIQUE DES OUVRAGES NUCLÉAIRES



- interaction sol - structure
- couplage équipements lourds (charpente métallique / pont roulant)
- interaction fluide/structure (piscines, cuves, réservoirs)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
R&D en soutien à l'expertise

Actions de l'IRSN

CAS GENERAL : L'ANALYSE DE

- LA CONCEPTION ET DU DIMENSIONNEMENT (dossier),
- LE DIAGNOSTIC PHYSIQUE (inspections in situ),
- LE REX ET LA R&D « CLASSIQUE » (« jugement d'expert »)

SUFFISANT A EVALUER LA MAITRISE DES RISQUES

MAIS ... POUR DES PROBLEMATIQUES SPECIFIQUES AUX OUVRAGES NUCLÉAIRES, L'IRSN ENGAGE DES ACTIONS PARTICULIERES DE R&D POUR LUI PERMETTRE DE SE FORGER UN JUGEMENT INDEPENDANT ELLES SONT DEFINIES EN FONCTION DES ENJEUX DE SURETE

EXEMPLE DE THEMES TRANSVERSES :

- vulnérabilité des ouvrages aux sollicitations dynamiques
- vulnérabilité des ouvrages aux processus de vieillissement et de dégradation
- vulnérabilité des ouvrages sous chargement thermique sévère
- évaluation de la participation au confinement des ouvrages en béton

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
R&D en soutien à l'expertise

Actions de l'IRSN

R&D sur le comportement sismique des structures



Evaluation du comportement sismique des ponts roulants

Amélioration des méthodes d'évaluation du comportement sismique : comportement des ouvrages ne comportant pas de disposition parasismique



Interaction sol/structure

Détermination des mouvements sismiques transférés par les ouvrages vers les équipements

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
R&D en soutien à l'expertise

Actions de l'IRSN

R&D sur le comportement sismique des structures



COMPORTEMENT SISMIQUE DES OSSATURES EN BETON ARME

Projet IRSN - 5 rue glorieuse
1 centre de la rue de l'encastrement - 2 - 130 000
4 août 2004

Émile Perron - Vincent - ANI 21 - Sarragades 1 et 10
Sous-direction des équipements

Projet : 0424

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Mars 2009 - Juin 2010

Actions de l'IRSN
R&D en soutien à l'expertise
R&D sur le comportement sismique des structures

**Portique N°5
Essai sismique
0.32g**

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Mars 2009 - Juin 2010

Actions de l'IRSN
Contribution de l'IRSN à la maîtrise du risque sismique

REINFORCEMENTS SISMQUES : L'EXEMPLE DU RÉACTEUR CABRI (CADARACHE)

Le comportement du bâtiment sous l'action de séisme est simulé par ordinateur à l'aide d'un modèle mathématique représentatif de la structure.

Les résultats des calculs sont analysés par des ingénieurs en génie civil spécialisés en génie parasismique qui identifient les défauts potentiels et la capacité résiduelle des structures.

Les solutions de renforcement, sélectionnées par l'IRSN après analyse des risques de RPS, sont mises en œuvre par l'exploitant.

État d'avancement des renforcements de la structure existante

Vue d'ensemble des renforcements de la structure existante

Travaux réalisés : renforcement de murs, de poteaux et de dalles en béton précontraint de bâtiment de réacteur de puissance de 100 MW.

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Mars 2009 - Juin 2010

Actions de l'IRSN
Contribution de l'IRSN à la maîtrise du risque sismique

AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES ET DE LA RÉGLEMENTATION RELATIVES AU COMPORTEMENT SISMIQUE DES OUVRAGES NUCLÉAIRES

- Contributions pour les Groupes permanents d'experts (GPR, GPU)
- Expertises techniques pour l'ASN ou l'ASND
- Participation aux inspections sur site en soutien à l'ASN (EPR, REP, labos-usines...)
- Participation à l'élaboration des RFS et des guides de l'ASN
- Rapports de tierce expertise pour des exploitants industriels (ICPE)
- Participation à des groupes de travail d'experts internationaux (AIEA, OCDE) ou nationaux (MEEDDM)
- Participation à des benchmarks internationaux (SMART, KARISMA)
- Participation à des actions d'enseignement supérieur (ENS, CHEC, ESTP, ISBA, EMA)
- Actions de R&D en coopération avec des unités d'enseignement ou de recherche (Centrale Nantes, ENS Cachan, Université de Pau, LCPC, CEA...)

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Mars 2009 - Juin 2010

Points Clés
Comportement sismique des ouvrages

- OUVRAGES CONVENTIONNELS, « À RISQUE NORMAL » :** démarche normative
conception parasismique déterminée par les conséquences sur les occupants et l'environnement immédiat, sur l'activité socio-économique ou sur la sécurité civile (logique d'assurance ; contrôle technique)
- OUVRAGES NUCLÉAIRES, « À RISQUE SPÉCIAL » :** démarche spécifique
conception parasismique déterminée par les conséquences sur la population et l'environnement (logique de puissance sismique : ASN / ASND + appui technique IRSN)
- MISSIONS ET ACTIONS DE L'IRSN :** évaluer la maîtrise du risque sismique dans les IRSB
 - contrôle de la prise en compte des exigences de sûreté liées à la technologie nucléaire,
 - analyse du comportement des ouvrages en cas de séisme,
 - contribution à l'amélioration de la maîtrise du risque sismique : avis techniques et recommandations, actions de R&D, d'enseignement, élaboration de la réglementation parasismique ...

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
Mars 2009 - Juin 2010

Contacts

Missions et actions de l'IRSN
« risque sismique et installations nucléaires »
dans le sud-est de la France

David BAUMONT
Chef du Bureau d'Évaluation des Risques Sismiques pour la Sécurité des Installations
David.baumont@irsn.fr - 01 58 35 76 83

Gilbert GUILHEM
Chef du Bureau d'Analyse du Génie Civil et des Structures
gilbert.guilhem@irsn.fr - 01 58 35 83 88

www.irsn.fr
www.guilhem-13029-gr@univ-pau.fr
www.baumont@univ-pau.fr



Partie 2 : Connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique
Le phénomène et l'aléa sismique : Activité sismique et aléa régional dans le sud-est

Olivier BELLIER – CEREGE



Directeur du Département des Sciences de l'Environnement et Professeur de géologie de la faculté des Sciences de l'Université Paul Cézanne, Aix-Marseille.

Il est responsable de l'Equipe « Morphogenèse et Risques Naturels » du CEREGE¹, ainsi que de l'Axe de Recherche "Morphogenèse, risques naturels, et variabilité climatique" de la Fédération de Recherche ECCOREV².

En collaboration avec d'autres chercheurs du CEREGE et d'autres organismes, il a consacré ces dernières années une partie de ses activités de recherche sur le risque sismique en Provence (collaborations IRSN, CEA, Geoter, BRGM...) et plus particulièrement au séisme de Lambesc de 1909 (CNRS, Univ. Nice et Grenoble, INGV- Rome...). Mais il a travaillé et travaille encore sur bien d'autres régions du monde, actives sismiquement : Californie, Chine, Turquie, Indonésie, Amérique du

Sud, Caraïbes, Iran...

¹ CEREGE : Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, tutelles : CNRS, Université Paul Cézanne Aix-Marseille, Université de Provence, IRD, Collège de France..

² ECCOREV : fédération de recherche axée sur les thématiques « écosystèmes continentaux et risques environnementaux »



Aléa sismique en Provence : étude des failles de la Durance et de la Trévaresse

Olivier Bellier^{1,2,*}

¹CEREGE - UMR CNRS 6635 - Université Paul Cézanne Aix-Marseille

²ECCOREV-Fédération de recherche « Ecosystèmes continentaux et risques environnementaux »

* **Collaborations** : CEA, IRSN, Geoter, BRGM, Univ. Grenoble, Nice, Paris VI...

RESUME :

La Provence est une région dont l'aléa sismique est non négligeable. Elle est caractérisée par une sismicité instrumentale modérée et a connu plusieurs séismes importants (e.g., Lambesc, 1909, $Io=VIII-IX$; Manosque, 1509 ; 1708, $Io=VIII$). La faille de la Moyenne Durance (FMD) est un système de failles NNE–SSW, qui délimite la Provence Occidentale caractérisée par une couverture sédimentaire épaisse d'environ 6-10 km et la Provence Orientale où la couverture est peu épaisse, 2-3 km. La FMD est classiquement présentée comme ayant un mouvement essentiellement latéral (décrochement) qui transfère la déformation du front alpin sur près de 90 km vers le Sud. En effet, la FMD est constituée de plusieurs segments de faille, dont certains se propagent vers l'WSW (Cushing et Bellier, 2003), toutefois, une partie de la déformation est transférée vers le Sud sur la Faille d'Aix (Guignard et al., 2005). L'analyse géologique et géomorphologique menée dans la zone épiscopale du séisme de 1909 a permis de contraindre la géométrie et la cinématique de la faille de la Trévaresse responsable du séisme (Chardon et Bellier, 2003; Chardon et al., 2005). Cette faille inverse constituée de deux segments d'orientation E-W à ENE-WSW, est associée à un anticlinal de rampe à vergence sud mis en place au Néogène supérieur. La déformation récente s'est propagée, au Sud, dans le piedmont du plis sous la forme de failles associées à des anticlinaux qui se situent à 250 m et 500 m de l'escarpement principal. L'analyse topographique des surfaces d'abandon des cônes quaternaires localisés au piedmont de l'anticlinal ainsi que les profils longitudinaux des ruisseaux ont permis d'évaluer les relations entre la morphogénèse (évolution du relief) du piedmont et les failles inverses de la Trévaresse. Ces investigations ont permis de réaliser une tranchée paléosismologique dans un cône d'âge pléistocènes supérieur (<100.000 à 300000 ans). L'excavation révèle l'émergence en surface d'une faille ayant généré plusieurs paléoséismes associés à des ruptures de surface pendant et après la mise en place des dépôts récents, la dernière rupture cosismique pourrait correspondre à la rupture du séisme de 1909. Les taux de déplacement calculés à partir des marqueurs géologiques récents sont du même ordre de grandeur, i.e. environ 0,15 mm/a (0.03 à 0.3 mm/a, Chardon et Bellier, 2003; Chardon et al., 2005) ; estimations qui sont du même ordre de grandeur que ces taux de déplacement de la FMD (e.g. Siame et al., 2004). Ce qui fait « nos » failles sont des failles très, très lentes, ayant des temps de récurrence pour les événements majeurs (Magnitudes : 6- 6,5) très long, ce qui n'exclue évidemment pas un risque sismique non négligeable.

MOTS CLES : aléa sismique, Provence, faille, segmentation, magnitude, vitesse de faille, recurrence sismique



Activité sismique et aléa régional en Provence

Olivier Bellier
Université Paul Cézanne Aix-Marseille - CEREGE

Pour plus d'infos : <http://www.futura-sciences.com> - dossier "Qu'est-ce qui fait trembler la Terre?"

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Les tremblements de terre: une histoire de failles!

Le plus souvent en relation avec « Forces »
de la tectonique des plaques

Qu'est-ce qu'un séisme?
- propagation d'une « cassure » (rupture) le long d'une faille
- résultat de libération « brutale » de contraintes « accumulées » lentement « en réponse à la tectonique des plaques

Mais qu'est-ce qu'une faille?
Une déchirure ou cassure de la croûte terrestre
(déplacement des blocs de part et d'autre)

Aléa (risque) sismique et notion d'échelles « Échelle temporelle »

Le cycle sismique

Cycle sismique

1- Inter-sismique (b):
accumulation de contraintes &
déformation élastique
(100-1000 ans)

2- Co-sismique (c): libération de
contrainte & initiation /
propagation de la rupture
(secondes - minutes)

=> Répétitivité

Echelle spatiale

**Énergie des séismes (intensité et magnitude) ->
paramètre prédominant : Surface de la Rupture ...
longueur de la faille réactivée**

MAGNITUDE ET SURFACE DE RUPTURE

à partir de la magnitude
de l'épicentre
on peut estimer
la longueur de la
surface de rupture
et l'énergie libérée
à l'origine du séisme
pour une rupture
de type normal
(voir page 10)

**Notions d'échelles: conclusions
pour la prise en compte de l'aléa sismique**

Là où la Terre a tremblé, elle tremblera de
nouveau...

Séisme d'Zemmouri
1990, M=7.5

Séisme de Lombardie
1901, M=6

Là où un « Gros » séisme
s'est produit, un « Gros »
séisme pourra se reproduire...

Aléa sismique : Où? Quand? Comment?



Convergence Afrique-Europe / sismicité Méditerranée occidentale



Convergence Afrique / Europe occidentale : 5-6 mm/an
=> Accommodée entre le Nord du Maghreb et le Sud de l'Espagne

Les séismes en France

Mythe ou Risque réel ?

La France domaine à sismicité modérée mais non négligeable!

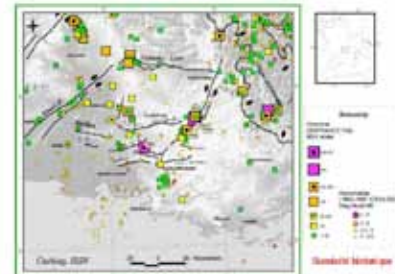


Les séismes et les failles

DOIT-ON CRAINDRE UN SÉISME CHEZ NOUS ?



Répartition de la sismicité historique et les failles en Provence



1- La Faille de la Moyenne Durance (FMD) => faille majeure et activité sismique
2- La Faille de la Turenne => Séisme de 1909

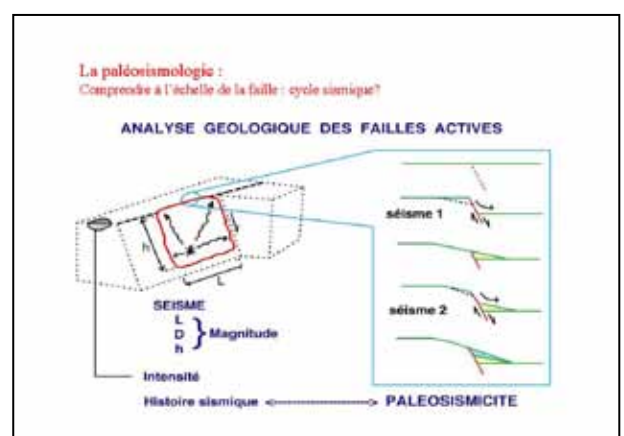
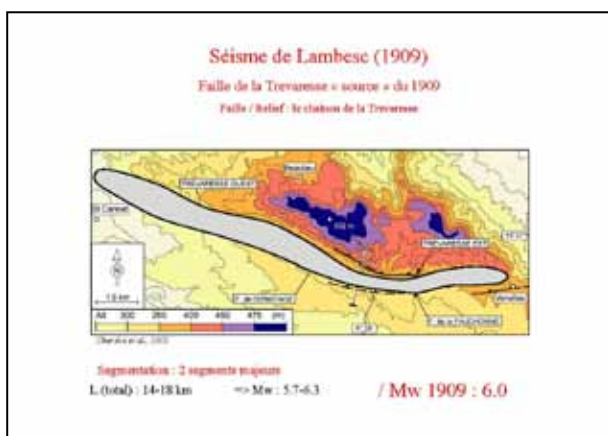
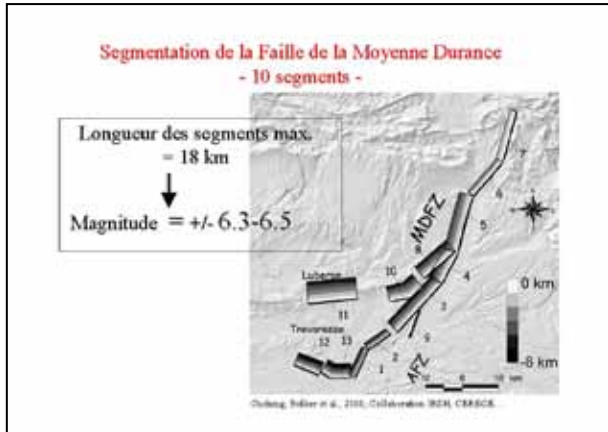
(Morpho)Tectonique:
localisation des failles rapides – facile!



Cartographie de la Faille de la Moyenne Durance



Localisation
Notion de Segmentation => Mw max





Paléosismologie :
 => 3 à 10 ruptures (< 300 ka)

Vitesse déplacement (5-17m) sur dernier 300 ka environ 0,02 mm/ka

Récurrence « inconnue » (M: +/- 0)
 (= 1000 ans) : 4000-10000 ans

DOIT-ON CRAINDRE UN SÉISME CHEZ NOUS ?

TOUT DÉPEND

OÙ SE SITUE RA LA FAILLE.

si la faille est grande

à quelle distance de la faille on se trouve...

ET SURTOUT : ma maison est-elle bien construite ???

((Quelle période de retour...))

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
 DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
 Marseille - 4 février 2010

avec la collaboration d'Olivier Steiner
 professeur de Xavier Le Pichon
 directeur à la fois, de l'Institut
 de Recherche pour le Développement

Par Estelle Bonnet-Vidal

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
 DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
 Marseille - 4 février 2010

**SEISMES
EN PROVENCE**
 vient de paraître
 Editions CAMPANILE

Pour plus d'info :
<http://www.futura-sciences.com - dossier: Qu'est-ce qui fait trembler la Terre?>



Partie 2 : Connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique Le phénomène et l'aléa sismique : Aléa local - notions d'effets de site et d'effets induits

Anne-Marie DUVAL – CETE Méditerranée



Anne-Marie Duval est directrice de Recherche du Ministère du Développement Durable. Elle travaille depuis 1991 pour le Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE Méditerranée), bureau public d'études et d'ingénierie. Anne-Marie Duval est responsable à Nice du service « risque sismique », constitué d'ingénieurs, de chercheurs et de techniciens, spécialisés en ingénierie et instrumentations sismologiques. L'équipe se consacre pour moitié à des projets de recherche qui contribuent à la mise au point de méthodes d'évaluation du risque sismique (particulièrement sur les amplifications des séismes dues aux effets de site). Ces méthodes sont ensuite appliquées lors d'études opérationnelles à des sites particuliers (avant projet d'ouvrages d'art par exemple) ou à des territoires (Plans de Prévention des Risques à l'échelle d'une commune).



Aléa local Notions d'effet de site et d'effets induits

A.-M. Duval

Centre d'Etude technique de l'Equipement
CETE Méditerranée Service risque sismique
56 boulevard Stalingrad 06359 Nice France

RESUME :

Depuis plus d'un siècle, des observateurs sur tous les continents ont remarqué que les vibrations provoquées par un séisme n'avaient pas forcément les mêmes effets sur des sites pourtant situés à égale distance de la source sismique. Les premières observations scientifiques et l'analyse géologique des terrains ont permis depuis de mieux comprendre ces « effet de site »: les conditions géologiques en surface peuvent conduire les ondes sismiques à se réfléchir ou à se diffracter sur certaines interfaces du sous-sol. Le signal sismique se trouve allongé en surface et amplifié à certaines fréquences caractéristiques du site. C'est le cas dans certains bassins sédimentaires ou sur des reliefs très marqués par exemple. Chaque bâtiment possède une fréquence propre d'oscillation en rapport avec sa forme et sa rigidité. Si le sol amplifie le séisme à cette même fréquence, les dommages peuvent être amplifiés. Les études post-sismiques apportent souvent la preuve de l'importance des effets de site dans la répartition des dégâts. La prévention des effets des séismes passe donc par la connaissance des fréquences de résonance des sols et leur prise en compte dans le dimensionnement des structures bâties. La communauté scientifique a été mobilisée ces 20 dernières années pour mettre au point des techniques spécifiques permettant de déterminer la réponse des sols. Ces résultats sont obtenus par des approches expérimentales (en analysant des séismes ou d'autres vibrations enregistrés sur le site même) ou numériques (en simulant la propagation des ondes sismiques dans le sous sol avec des outils mathématiques et informatiques).

Par ailleurs, la vibration sismique en surface peut elle-même induire des effets au niveau du sol qui peuvent être aussi dévastateurs que la vibration elle-même. Ainsi, des terrains sableux gorgés d'eau dans les 15 premiers mètres du sol peuvent perdre toute cohésion et se comporter comme des liquides (d'où les volcans de sables qui accompagnent certains séismes) : c'est la liquéfaction. Des chutes de blocs, des glissements de terrain, des éboulements, des coulées peuvent être déclenchés. Un fort séisme en mer peut engendrer un tsunami ...

Pour certains de ces effets induits, les outils techniques d'investigation et de cartographie préventive sont mis au point et ré-évalués par retour d'expérience. Si de nombreux chercheurs et ingénieurs sont mobilisés dans le monde pour faire progresser la compréhension et la prévision du comportement des sols sous séismes, les défis à relever restent aujourd'hui importants pour la prévention des séismes à l'échelle d'une ville ou d'une installation.

MOTS CLES : effet de site, amplification sismique, liquéfaction, effets induits.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Aléa sismique local Notions d'effets de site et d'effets induits

Anne-Marie Duval - CETE Méditerranée - Laboratoire de Recherche et d'Innovation du service Risque Sismique

CETE Méditerranée

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Le risque sismique au CETE Méditerranée
- Qu'est ce que l'aléa sismique local ?
- Qu'est ce qu'un effet de site ?
 - Exemples en France
 - Pourquoi et comment les détecter ?
 - Limites de nos connaissances / dangers / actions de prévention
- Quels sont les autres effets induits par le séisme ?
 - Ruptures en surface
 - Liquéfaction
 - Mouvements de terrain
 - Tsunamis
 - Limites de nos connaissances / dangers / actions de prévention

Points clés

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Le risque sismique au CETE Méditerranée

CITE

- Bureau public d'étude et d'ingénierie pour l'aménagement et gestion du risque
- 512 employés sur 3 implantations (Aix, Nîmes, Montpellier)
- Domaines: ville et territoire, environnement, gestion des risques, transports et déplacements, sécurité routière, exploitation de la route, infrastructures, OA, géotechnique, terrassements, chaussées, bâtiment
- Prestations: étude, recherche, méthode, expertise, contrôle, AMO

Pôle de Compétence et d'Innovation « risque sismique » du Ministère du Développement Durable:

- Une équipe de chercheurs et d'ingénieurs
- Moyens techniques (réseaux d'enregistreurs sismologiques)
- Projets de recherche (aléa, microzonage, scénarios)
- Au service de l'État, des collectivités locales, d'organismes publics:
 - Éclairage technique sur choix et décisions publiques
 - Avis sur évolution de la réglementation (nationale ou locale)
 - Aide à la décision: aménagement, planification urbaine (documents d'urbanisme, PPR sismique)
 - Éléments de prévision pour la gestion de crise (PCS, ORSEC)
 - Dimensionnement des structures: précisions / réglementation

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Aléa sismique local

Un séisme ? Effets au niveau des sols ? Effets sur les structures ? Conséquences ?

Aléa régional Aléa local Dynamique des structures Systèmes urbains / Infrastructures / Territoires

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

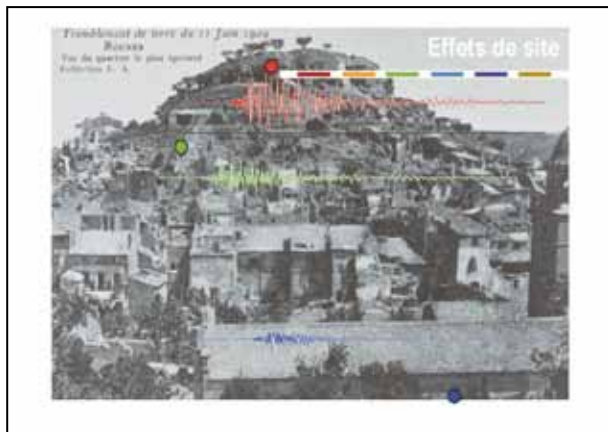
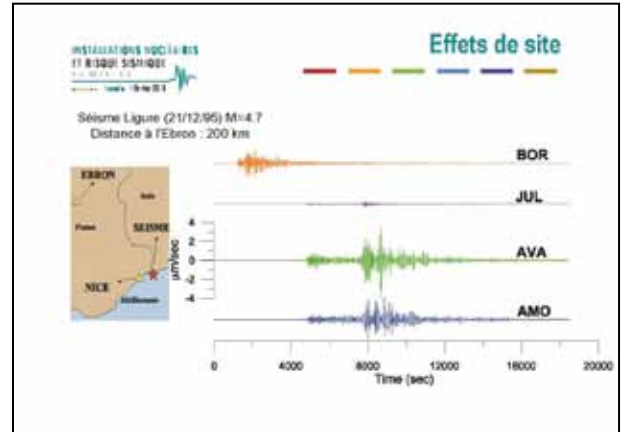
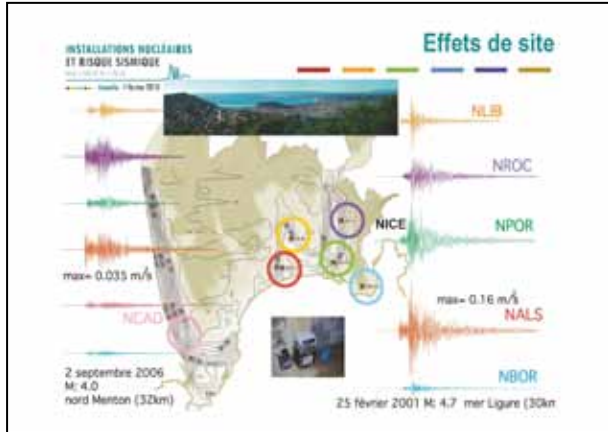
Aléa sismique local

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Effets de site

Diverses configurations géo-morphologiques susceptibles de provoquer des effets de site

amplification (à certaines fréquences) et allongement du séisme



Effets de site

Le danger :

- sur sol meuble: les ouvrages « flexibles » (hauts par exemple) souffrent particulièrement
- sur rocher ou sol ferme: les constructions rigides sont davantage sollicitées

si fréquence résonance sol = fréquence résonance structure → aggravation des dommages

Action de prévention:

➔ Tenir compte de la réponse des sols au séisme lors du dimensionnement des structures

Effets de site

Comment détecter les effets de site ?

- En enregistrant et analysant des séismes sur différents sites simultanément :
 - Réponses « physiques » précises des sols
 - Opérations onéreuses et résultats à attendre (géologie)
- En enregistrant et analysant du bruit de fond sismique Méthode « H/V bruit de fond » :
 - Indique si effet de site et fréquence amplifiée
 - Rapide, économique, dense, non destructif
 - Pas d'info sur niveau d'amplification
- En simulant numériquement les séismes
 - Nécessaire à la compréhension des phénomènes
 - Permet l'extrapolation spatiale des résultats expérimentaux
 - Nécessite données géotechniques ... précises et coût

Effets de site

Certaines limites de nos connaissances actuelles :

- Les effets de site varient considérablement d'un séisme à un autre (source, azimuth ...)
- Les paramètres qui caractérisent les couches profondes et superficielles de la terre ne sont pas tous connus de manière satisfaisante
- Les modèles mathématiques ne peuvent pas prendre en compte tous les phénomènes
- Le comportement des sols varie fortement selon l'amplitude du mouvement

➔ C'est pourquoi, les estimations actuelles des mouvements du sol produits par un séisme souffrent d'incertitudes importantes (incertitudes prises en compte dans les réglementations et le dimensionnement des structures)



Effets induits

Ruptures de failles en surface

Effets induits

Ruptures de failles en surface

Le danger :

Actions de prévention:

- Etudes tectoniques (Magnitude > 6)
- Reconnaissance faille active en surface

Effets induits

Liquéfaction

La liquéfaction se traduit par une perte totale de la résistance au cisaillement suite à l'élévation progressive des pressions interstitielles sous l'effet d'une vibration.

Le sol tend à se comporter comme un liquide et perd sa capacité portante

Effets induits

Liquéfaction

Effets induits

Liquéfaction

Le danger :

Actions de prévention:

- Etudes géotechniques (essais in situ et labo)
- Evaluation de la susceptibilité à la liquéfaction
- Traitement des sols
- Dimensionnement des fondations
- Adaptation de l'occupation des sols



Effets induits

Mouvements de terrain provoqués par les séismes



Effets induits

**Mouvements de terrain:
Glissement de terrain**

LA COLLINA - M 7.7
SALVADOR, 1977

Effets induits

**Mouvements de terrain:
Chutes de blocs / éboulements**




Road 39 Tiro-de-Bas (2004, Sicile - Quercinetti)

Effets induits

Mouvements de terrain

Le danger :

Effets à redouter dans les zones montagneuses à sismicité modérée



Actions de prévention:



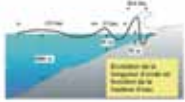
- Cartographies des aléas « mouvements de terrain » en statique (en France : PPR)
- Prise en compte des séismes :
 - Aggravation de l'aléa ...
 - Élargissement des zones de réception et d'épandage
- Dans certains cas : parades / confortements
- Adaptation de l'occupation des sols



Effets induits

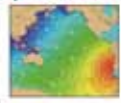
Tsunamis

Le danger :

Actions de prévention:

- Modèles prédictifs (comprendre et prévoir)
- Systèmes d'alerte :
 - Pacifique (opérationnel)
 - Atlantique (en projet)
 - Océan indien (opérationnel)
 - Méditerranée (en construction)



Aléa sismique local

Points clefs

Aléa sismique local : phénomènes physiques qui **aggravent les dommages**

Effets de site : amplification et allongement du signal sismique.

Liquéfaction des sols : les sols se comportent comme des liquides

Mouvements de terrain : dangereux même pour des séismes « modérés »

- ✓ des actions de prévention possibles
- ✓ des avancées scientifiques notables
- ✓ une meilleure prise en compte de ces effets dans les réglementations
- ✓ efforts de recherche en cours pour réduire les incertitudes dans la prévision des mouvements du sol
- ✓ l'observation des phénomènes est cruciale pour progresser

Contacts

[info sur http://www.prim.net/](http://www.prim.net/)

Anne-Marie Duval
Responsable du Service Risque Sismique du CETE Méditerranée

anne-marie.duval@developpement-durable.gouv.fr - 04 92 00 81 67

www.prim.net/prim/prim.htm
www.prim.net/1500-primnet/primnet.htm
www.primnet.net/primnet/primnet.htm





Partie 2 : Connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique

La prise en compte du risque sismique sur le centre de Cadarache – zoom sur l'aléa sismique

Fabrice HOLLENDER – CEA



Fabrice Hollender est géophysicien, diplômé de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg et de l'Institut National Polytechnique de Grenoble.

Dans le cadre des recherches sur le stockage et entreposage de déchets, il rejoint le CEA en 1996 pour travailler sur des problématiques en lien avec les sciences de la terre.

Depuis 2004, il travaille au sein du service d'assistance en sûreté nucléaire du Centre de Cadarache, plus spécifiquement sur la détermination de l'aléa sismique des installations. Il a également en charge la coordination d'actions de recherche sur l'aléa sismique (programme « Cashima »), impliquant entre autres plusieurs laboratoires universitaires.

Ioannis POLITOPOULOS – CEA



Ioannis Politopoulos est expert senior en dynamique des structures à la Direction de l'Energie Nucléaire (DEN) du CEA. Son domaine d'activité, au sein du Laboratoire d'Etudes de Mécanique Sismique, concerne le comportement linéaire et non-linéaire des systèmes dynamiques, notamment sous excitation sismique. Il est également en charge de la coordination d'un projet européen ayant comme objectif le dimensionnement d'un laboratoire d'essais sismiques de nouvelle génération.



La prise en compte du risque sismique sur le centre de Cadarache

zoom sur l'aléa sismique

Fabrice HOLLENDER¹ et Ioannis POLITOPOULOS²

¹ CEA Cadarache

² CEA/DM2S/SEMT - Saclay

RESUME :

Le CEA est un organisme de recherche et développement (R&D) qui intervient dans trois grands domaines : la défense et la sécurité globale, les énergies non émettrices de gaz à effet de serre et les technologies pour l'information et la santé. Le CEA est implanté sur dix centres répartis dans toute la France. Sur le Centre de Cadarache, les recherches en lien avec l'énergie nucléaire sont axées essentiellement sur les combustibles, la technologie nucléaire et les réacteurs actuels et futurs (4^{ème} génération). A Cadarache, les thématiques de recherche portent également sur la fusion thermonucléaire contrôlée, sur la biologie végétale et la microbiologie et sur les nouvelles technologies pour l'énergie telles que la biomasse, l'hydrogène et le solaire. Sur le centre de Cadarache, une vingtaine d'installations nucléaires de base (INB) sont dédiées soit à la recherche elle-même, soit à la gestion des matières nucléaires et à la gestion des déchets. Le risque sismique est pris en compte pour ces installations, conformément à la réglementation française.

Cette maîtrise du risque sismique se fait en deux temps : l'évaluation de l'aléa sismique et la conception parasismique appropriée des bâtiments. Dans le cadre de la réglementation s'appliquant aux installations nucléaires, définir l'aléa consiste à évaluer le mieux possible quels seront les tremblements de terre qui pourraient survenir dans la région concernée à partir de données géologiques, sismologiques et géophysiques. Afin de bénéficier de marges de sécurité, sont étudiés des séismes plus forts en magnitude, puis les spécialistes des structures et du génie parasismique conçoivent des installations capables d'affronter les mouvements sismiques induits par ces tremblements de terre majorés, en intégrant également des marges dans la conception. La sûreté des installations nucléaires françaises est examinée en profondeur tous les dix ans, de façon à s'assurer qu'elle atteigne les performances des installations les plus récentes et reste conforme aux éventuelles nouvelles réglementations. Les installations sont ainsi renforcées si nécessaire, ou remplacées par de nouvelles installations si les confortements ne sont pas techniquement ou économiquement possibles.

L'exploitant nucléaire doit également mettre à jour régulièrement sa connaissance des risques sismiques et réévaluer en conséquence les référentiels de sûreté de ses installations. C'est dans ce cadre que le Centre de Cadarache s'implique dans des programmes de recherche qui ont déjà permis de traiter de nombreuses données nouvelles pour consolider les connaissances sur l'aléa sismique. Ces recherches, réalisées en collaboration avec différentes partenaires académiques, ont permis de mieux connaître la segmentation et le potentiel sismogénique de la Faille de la Moyenne Durance. La communauté scientifique s'accorde à dire aujourd'hui que la magnitude maximale de la faille de la moyenne Durance est limitée à 6,5 alors que la prévention appliquée au Centre de Cadarache se base sur l'éventualité d'un séisme de magnitude 7. Un séisme de magnitude 6,5 génère cinq fois moins d'énergie qu'un séisme de magnitude 7 : cela illustre bien les marges de sûreté disponibles. Des recherches sont également menées pour une meilleure prise en compte des « effets de site », phénomènes susceptibles d'augmenter localement les mouvements sismiques.

Les recherches menées par le CEA ne s'arrêtent pas à l'étude de l'aléa sismique. Le génie parasismique est également une thématique de recherche importante menée par le laboratoire d'Etudes de Mécanique Sismique (EMSI) du CEA de Saclay. Afin d'améliorer la connaissance sur le comportement sismique des structures et des équipements, l'EMSI développe deux axes majeurs de R&D : les essais sur tables vibrantes et la modélisation. Les sujets étudiés concernent tous les phénomènes physiques dans les structures ainsi que dans le sol proche. Ainsi toute la chaîne sol-fondation-bâtiment-équipements est étudiée. Il est à signaler que, tandis que les aspects concernant l'interaction sol-structure et les bâtiments font l'objet de nombreuses études dans le domaine du génie parasismique hors nucléaire, il n'en est pas de même pour les équipements. Dans le nucléaire, l'intégrité ou le bon fonctionnement des équipements peut constituer une exigence particulière. Par conséquent une grande partie de la R&D pour la prévention du risque sismique est dédiée au comportement des composants. Les expertises sur le comportement des installations nucléaires du CEA bénéficient de la connaissance acquise grâce à la R&D, surtout quand il s'avère nécessaire de faire appel à des approches qui dépassent la pratique courante, tout en étant cohérentes avec l'état actuel de la connaissance (essais, modélisations numériques avancées). Afin de bâtir un savoir faire en génie parasismique, les activités du CEA combinent des essais de qualification, des approches conventionnelles, de la R&D d'approfondissement sur les technologies déjà mises en œuvre et de la R&D sur les méthodes du futur. L'exemple de l'isolation sismique est présenté pour illustrer les différents types d'approches de la prévention du risque sismique.



**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**

ASN

La prise en compte du risque sismique sur le Centre Cadarache

Fabrice HOLLENDER
(CEA - Centre de Cadarache)

Ioannis POLITOPOULOS
(CEA - Centre de Saclay)

Plan

- Présentation du CEA et du Centre de Cadarache
- La prise en compte du risque sismique : l'application à Cadarache:
 - aléa,
 - génie parasismique.
- La R&D conduite par le CEA sur le risque sismique :
 - aléa,
 - génie parasismique.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 2

Les missions et implantations du CEA

- CEA : organisme de recherche et développement (R&D) sur trois grands domaines :
 - la défense et la sécurité globale,
 - les énergies non émettrices de gaz à effet de serre,
 - et les technologies pour l'information et la santé.
- Le CEA est implanté sur 10 centres répartis dans toute la France

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 3

Le Centre de Cadarache

- Nucléaire :
 - étudier les nouvelles générations de systèmes nucléaires pour le futur (réacteurs et cycle),
 - soutenir et optimiser l'industrie nucléaire,
 - développer les outils de simulation et d'expérimentation de demain,
 - développer l'énergie de fusion.
- Hors nucléaire :
 - biologie végétale, microbiologie,
 - nouvelles technologies pour l'énergie telles que la biomasse, l'hydrogène et le solaire.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 4

Le Centre de Cadarache

- 21 installations nucléaires de base (INB), dédiées à la recherche, au soutien industriel, à la gestion des matières nucléaires et à la gestion des déchets.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 5

La prise en compte du risque sismique

RFS 2001-01

↓

Marges
(déplacement des séismes, majoration des magnitudes...)

↓

Evaluation de l'aléa sismique

Guide ASN 2/01

↓

Marges
(utilisation de critères pénalisants pour la démonstration de la tenue des bâtiments et des équipements)

↓

Conception parasismique

+ Evaluation de l'aléa sismique + Conception parasismique

- + sur certaines installations : procédures automatisées de mise en sécurité en cas de séisme,
- + instrumentation sismique des sites,
- + plan d'urgence en cas de séisme, moyens généraux...

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 6

Détermination des séismes de référence

| Séisme | Magnitude | Intensité sur le Centre de Calaracte |
|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 1880/7 | 5,3 | VII-VIII |
| 1885 | 5,8 | VIII-IX |
| Paléoséisme | 7 | IX |

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 7

Les « spectres » de dimensionnement retenus

Les spectres de réponse permettent d'exprimer en **accélération** les mouvements du sols à prendre en compte pour la conception parasismique

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 8

Effets de site et des effets induits

Chaque installation neuve ou réexamen de sûreté fait l'objet d'études géotechniques et géophysiques permettant :

- l'évaluation du risque d'effets induits (essentiellement liquéfaction des sols),
- l'évaluation des effets de site (choix de « spectres » adaptés).

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 9

La prise en compte des effets de site

Deux spectres adaptés au sol d'implantation :

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 10

La conformité des installation vis à vis du risque sismique

Les installations nouvelles doivent répondre à la réglementation en vigueur.

La sûreté de toute installation nucléaire est révisée tous les dix ans.

Si une installation ancienne ne répond plus aux exigences actuelles, différentes stratégies sont possibles :

- fermeture programmée puis démantèlement,
- mise en place de renforts pour en augmenter la robustesse (confortement parasismique),
- remplacement de l'installation ancienne par une nouvelle.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 11

Exemples de stratégie de confortement

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 12



Exemples de stratégie de confortement

LEFCA : remplacement de la cheminée

Dépose de l'ancienne cheminée

Installation de la nouvelle cheminée

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 13

Exemples de stratégie de remplacement

MCMF (installation ancienne)

MAGENTA (nouvelle installation)

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010

Une installation neuve : Agate

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010

L'instrumentation sismique sur le Centre de Cadarache

Sur certaines installations : capteurs déclenchant des actions automatiques de mise en sécurité de l'installation (ex: CABRI, déclenchement automatique de l'arrêt d'urgence du réacteur)

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 16

L'instrumentation sismique sur le Centre de Cadarache

Informations des équipes de secours du Centre en cas de séismes dépassant certains seuils pour la mise en application de procédures préétablies.

Enregistrement complet des mouvements du sol pour une exploitation ultérieure.

Zoom sur l'instrumentation

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 17

Le programme de recherche « Cashima »

La démarche de sûreté nucléaire s'inscrit dans une optique d'amélioration permanente. Elle implique de mener des actions de recherches pour maintenir les connaissances et les méthodes au meilleur niveau possible.

Pour l'axe sismique, le CEA anime le programme « CASHIMA » (Cadarache Seismic Hazard Integrated Multidisciplinary Assessment) en association avec de nombreux laboratoires ou instituts de recherche français mais aussi internationaux.

L'objectif est de faire progresser les connaissances scientifiques et de favoriser les consensus autour de connaissances partagées.

Colloque Provence 2009 (dont le CEA a été l'un des principaux co-organisateur) : près de 15 communications scientifiques issues directement du programme « Cashima ».

Assemblez-vous pour partager le savoir et le progrès est le résultat de nos efforts dans le développement durable.

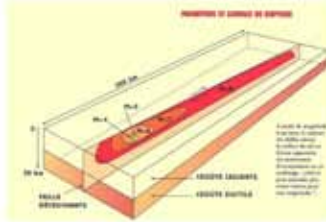
International Conference: PROVENCE 2009

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 18



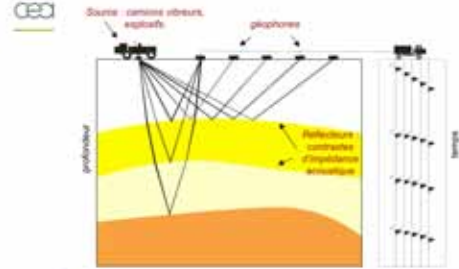
Exemple d'action de recherche : la géométrie profonde de la FMD

Il existe un lien entre longueur, hauteur et glissement d'une rupture engendrant un tremblement de terre. Connaître l'une de ces grandeurs permet d'aborder la magnitude maximale d'un séisme sur une faille donnée.

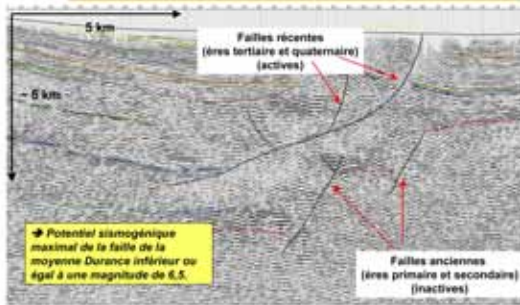


La sismique réflexion

La sismique réflexion : principes



La sismique réflexion : résultat



La R&D du CEA sur la construction parasismique

Missions

Moyens expérimentaux (2 tables vibrantes...)



Simulation numérique



- R&D:
 - Assimilation, propre production, collaborations (nationales et internationales)
 - Développements d'outils de simulation
 - Essais (compréhension, validation des logiciels et/ou des normes, qualification)
- Expertises

Sujets étudiés (1/2)

Toute la chaîne:

sol → fondation → bâtiment → composants

Interaction Sol-Fondation-Structure

Bâtiments



Rendement des piles en SA



Nauvot de portique



Bâtiment technique

Sujets étudiés (2/2)

Composants principaux et secondaires (particularité du nucléaire!)

- Cœur, chute de barres de commande, luxateries, pompes, réservoirs de stockage, stabilité des lits de stockage, toiles à gants, ponts roulants, armoires électriques, etc.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 25

Expertises

Avis d'expert

- Recommandations sur la méthodologie.
- Vérifier la cohérence avec l'état de la pratique
- Proposer, si nécessaire, des méthodes du ressort de l'état de l'art.

Approches de type état de l'art

- Modélisation numériques non-linéaires
- Essais
- Exploitation de la littérature

Plusieurs lignes de défense

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 26

Un exemple de la diversité d'approches: Isolation sismique (1/3)

Sujet très étudié hors nucléaire aussi (Bâtiments, ponts)

Particularité du nucléaire: équipements (spectres de plancher), radier de grandes dimensions

Installations isolées (sur appuis parasismiques) à Cadarache: STAR, RJH, ITER

Activités « conventionnelles »

- Essais d'appuis à néoprène (nucléaire français: Koeberg, La Hague, RJH (Pavie))
- Essais d'appuis de type « pendule à friction » (FPS)
- Prédimensionnement des appuis RJH
- Etude des conséquences sur la réponse à d'autres types de chargement (chute d'avion)
- Echanges formels et informels avec l'IRSN
- Avis d'expert

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 27

Un exemple de la diversité d'approches: Isolation sismique (2/3)

Activité R&D (1/2)

- Approfondissement du comportement des appuis passifs existants
 - Rôle de l'amortissement
 - Vulnérabilité des structures isolées et de leurs équipements
 - Interaction sol-structure dans le cas d'isolation sismique
 - Essai hybride (en collaboration avec EUCENTRE)

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 28

Un exemple de la diversité d'approches: Isolation sismique (3/3)

Activités R&D (2/2)

- Méthodes du futur : vers l'isolation mixte (appuis passifs + dispositifs semi-actifs)
 - Contrôle des modèles numériques
 - Essais analytiques

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 29

Conclusions

- Le prise en compte du risque sismique dans le cadre des installations nucléaires repose sur une évaluation de l'aléa sismique et sur une conception parasismique appropriée
- A chaque étape de ce processus, des marges (réserves de sécurité) sont apportées.
- Ce processus est encadré par une réglementation stricte.
- Les installations anciennes bénéficient des avancées en matière de sûreté grâce aux réexamens périodiques de sûreté.
- En parallèle de ce processus, le CEA est un acteur important de recherche et développement pour faire progresser les connaissances et les méthodes et donc la sûreté nucléaire.

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 31

Construction d'un savoir faire

Journée séisme - ASN Marseille 4 février 2010 30



Partie 3 : Dimensionnement parasismique des installations neuves

La prévention du risque sismique dans les installations du cycle du combustible : l'exemple des installations AREVA au Tricastin – zoom sur la construction d'une installation nouvelle :

Georges Besse II

Jean-François SIDANER - AREVA



Jean-François Sidaner is graduated from Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (1978), Dc-Ing (Laboratoire de Mécanique des Solides - Ecole Polytechnique 1981).

From 1982 to 1999, he worked as civil engineer in nuclear and chemical field in a civil engineering company, COYNE et BELLIER, as a project engineer at the beginning to the head of nuclear and industrial department. Involved in almost French related nuclear project, he worked on NPP building design (EDF, Daya Bay, LingAO), Treatment and Laboratories Facilities (La Hague , Marcoule) and most of the out going projects (EPR, Jules Horowitz, ..) at the initial stage as civil expert. Since 1983, he has been involved in seismic retrofit design on French Nuclear facilities and also in foreign nuclear cooperation projects (China, Russia,..). He worked as civil consultant for Industrial owners like TOTAL and CNES.

In 1999, he joined AREVA as Civil and Seismic Expert within the Project Department. He is nowadays within AREVA Nuclear Safety Inspection as a safety specialist (civil and structural engineer, non nuclear risk management - earthquake, floods, explosion). He acts as Civil Expert on George Besse II new facility constructed at Tricastin.

Member of AFPS since the foundation of the association, now member of the board, later Chairman of Scientific and Tehnical AFPS Committee. Participate to several post-earthquake AFPS mission : Kobe, Taiwan, Kashiwasaki-Kariwa.



Prendre en compte des objectifs de fonctionnement après séisme : l'exemple de l'usine Georges Besse 2

M.Duguey¹, P.Bréhier² et J-F.Sidaner³

¹ Directeur Sûreté, SET, Tricastin

² Concepteur, SGN, Saint-Quentin en Yvelines

³ Expert Sûreté, AREVA / D3SE / Paris

RESUME :

AREVA est actuellement engagé dans un programme majeur de renouvellement de son outil industriel dans l'amont du cycle du combustible, impactant fortement le site du Tricastin. Ce programme prend en compte pour chacun des sites concernés le risque sismique, en conformité avec les réglementations applicables.

Les usines du cycle du combustible constituent souvent des entités industrielles uniques, notamment du fait de la nature de leurs activités, de l'importance des investissements économiques nécessaires et de la volonté d'optimiser les flux de matières nécessaires à leur fonctionnement.

Dans ces conditions, au-delà des impératifs liés à la sûreté des installations qui visent au maintien à l'état sûr de ces installations dans toutes les configurations plausibles, il peut être nécessaire de fixer des objectifs complémentaires de poursuite d'exploitation après séisme, pour limiter autant que possible la période éventuelle d'indisponibilité de ces moyens industriels. Cette période d'indisponibilité après séisme peut-être significative, comme constaté sur la centrale électronucléaire de Kashiwasaki-Kariwa.

Pour faire face à cette problématique spécifique, l'usine Georges Besse 2 -qui assurera sur le site du Tricastin l'enrichissement de l'uranium nécessaire au fonctionnement du parc électronucléaire pour les prochaines décennies- est conçue de façon à limiter les effets des séismes sur ses éléments vitaux en termes de disponibilité.

Les modules de centrifugation sont protégés des effets des vibrations sismiques par un système d'appuis parasismiques, qui filtrent à très basse fréquence les vibrations transmises par le sol. Les choix technologiques effectués pour ces appuis s'appuient sur l'expérience acquise depuis trente ans, en intégrant les progrès technologiques liés notamment à l'emploi systématique de ces dispositifs pour les grands ouvrages d'art. Ces appuis ont fait l'objet d'un programme de qualification en vraie grandeur, en mobilisant des installations d'essais adaptées en Allemagne. Les contraintes de verticalité intrinsèques au procédé de centrifugation ont été déterminantes dans la définition des appuis et du mode opératoire des phases de construction.

L'isolation parasismique est une solution pertinente pour faire face à des impératifs de disponibilité après séisme et son emploi doit être largement diffusé.

MOTS CLES : Cycle du combustible, Enrichissement, Séisme, Isolation parasismique



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

La prise en compte du risque sismique sur l'usine Georges Besse II

Jean-François SIDANER – Direction sûreté,
santé, sécurité, et environnement AREVA

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Le site du Tricastin
- L'usine Georges Besse II
- Le procédé de centrifugation
- Le risque sismique
- Les appuis parasismiques
- Bilan

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Le Tricastin, un site unique en Europe

- Une présence industrielle depuis plus de 50 ans
- Superficie : 850 hectares
- Il s'étend sur :
 - ▶ 3 communes (St-Paul-Trois-Châteaux, Pierrelatte et Bollène)
 - ▶ 2 départements (Drôme et Vaucluse)
 - ▶ 2 régions (Rhône-Alpes et PACA)
- Plus de 2 900 salariés
- Près de 2 000 emplois générés auprès d'entreprises extérieures
- Environ 1 500 personnes mobilisées sur les différents chantiers pendant 10 ans

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Une activité industrielle significative

- Un site composé d'industries aux activités complémentaires dans l'amont du cycle
 - ▶ AREVA NC : chimie de l'uranium
 - ▶ COMURHEX : conversion
 - ▶ EURODIF Producteur : enrichissement par diffusion gazeuse
 - ▶ SET : enrichissement par centrifugation
 - ▶ SOCATRI : maintenance, décontamination, traitement des déchets et des effluents...
 - ▶ FBFC : fabrication des composants pour les assemblages de combustible nucléaire
- Un investissement de plus de 4 milliards d'euros dans de nouvelles installations
 - ▶ L'usine Georges Besse II
 - ▶ COMURHEX II
 - ▶ Des ateliers pour la chimie de l'uranium
- 50 à 60 millions d'euros par an consacrés à des investissements de jeunesse

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

L'usine Georges Besse II

- Une usine qui répondra aux normes les plus exigeantes en matière de qualité, de sécurité, de sûreté et de protection de l'environnement
 - ▶ Prise en compte des évolutions technologiques et économiques
 - ▶ Amélioration de la sûreté notamment par la réduction à la source des risques
 - Limitation des « hold-up »
 - ▶ Réduction de l'impact des consommations primaires
 - Consommation électrique divisée par 50 par rapport au procédé de diffusion gazeuse
 - Pas de prélèvement d'eau dans le Rhône pour son refroidissement
- ▶ Objectif : assurer la pérennité à 30 ans des activités d'enrichissement de l'uranium

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Le procédé de centrifugation

- AREVA a fait le choix de la technologie éprouvée d'enrichissement par centrifugation qui permet :
 - ▶ la standardisation des machines
 - ▶ la construction et la mise en production modulaire
- Ce qui représente un coût d'investissement très important pour l'ensemble du programme



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

La centrifugation, une technologie éprouvée...

- ... mais des centrifugeuses très sensibles :
 - à des défauts de verticalité
 - aux vibrations peuvent conduire à des contacts entre les parties internes tournantes et l'enveloppe externe de sécurité
- Résultat d'un tel scénario :
 - des centrifugeuses inutilisables
 - des centrifugeuses non réparables



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

Le risque sismique

- Pris en compte selon les règles applicables aujourd'hui, au titre de la sûreté nucléaire...
- ... mais, pour le projet Georges Besse II, un risque majeur de perte de l'investissement, pour des événements modérés
 - Risque de perte d'exploitation non assurable au regard des règles des compagnies d'assurance : un coût majeur non répartissable sur un portefeuille de prises équivalent...
- Une stratégie de protection parasismique renforcée
 - Pour permettre la poursuite des activités économiques



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

Données sismiques

- Aléa local prédominant
- SMHV séisme du 08.08.1873
- SMS Intensité VIII-IX M 5.5 sous le site



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

Les appuis parasismiques

- Principe : disposer d'un élément isolant entre l'ouvrage et le sol
 - Structure rigide sur des appuis souples filtrant les vibrations dangereuses
- Une idée déjà ancienne
 - Utilisée dans la région depuis plus de 30 ans :
 - Mercuie
 - Cues
 - Cadérisch
 - Talbot...
- Un système particulièrement adapté en cas d'objectifs de fonctionnement après séisme
 - L'ensemble des déplacements différentiels liés au mouvement du sol est concentré dans les appuis parasismiques,
 - Déformations très faibles des structures portées



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

Une technique appliquée à l'usine Georges Besse II

- Des objectifs ambitieux en termes de diminution des risques :
 - une fréquence de collage très basse...
 - ... tout en continuant à assurer le respect des objectifs de planning opérationnel...
 - 2010 : pleine capacité de l'usine Georges Besse II Sud
 - 2016 : pleine capacité de l'usine Georges Besse II Nord
 - et à respecter les contraintes spécifiques au procédé de centrifugation
 - verticalité des centrifugeuses
 - limitation des déplacements différentiels verticaux entre machines
- Il en résulte :
 - Un programme de qualification spécifique
 - Un dispositif de montage et de contrôle spécifique



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE
Mars 2009 - 16 Mars 2010

La qualification du dispositif

- En Allemagne, un banc d'essai spécifique de très forte capacité a été mobilisé pour tester les appuis en vraie grandeur dans des conditions représentatives



- Retour d'expérience :
 - certaines paramètres ne semblent accessibles que par essais
 - domaine de validité des formules réglementaires à préciser



**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
MARSILLE - 4 février 2010

Le montage sur site

- Garantir, grâce à un dispositif de pose, l'horizontalité de la table supportée

Phase (1) Installation

- Installation des supports de la table de supportage sur un socle en béton.
- Montage des supports de la table de supportage sur un socle en béton.
- Installation des supports de la table de supportage sur un socle en béton.

Phase (2) Coulage béton

- Installation des supports de la table de supportage sur un socle en béton.
- Montage des supports de la table de supportage sur un socle en béton.
- Installation des supports de la table de supportage sur un socle en béton.

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
MARSILLE - 4 février 2010

Bilan

- Une solution adaptée notamment dans le cas d'enjeux significatifs en termes d'opérabilité après séisme :
 - Hôpitaux,
 - centres de secours...
- Un surcoût en génie civil gérable :
 - Fourniture des appuis
 - dalle portées supplémentaires
 - Décal complémentaire de construction
- Surcoût pouvant éventuellement être compensé par des gains sur le dimensionnement sismique des équipements

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
MARSILLE - 4 février 2010

Contacts

La prise en compte du risque sismique
sur l'usine Georges Besse II

Jean-François SIDANER - AREVA



Partie 4 : Renforcement parasismique des installations existantes

L'approche de la vulnérabilité au séisme des installations et le renforcement parasismique - réflexions engagées à l'INERIS

Mathieu REIMERINGER - INERIS



Né en 1977, ingénieur des Mines de Nancy et docteur en mécanique. Depuis 2004, il travaille à l'INERIS (l'institut national de l'environnement industriel et des risques), institut de 500 personnes qui travaille à la prévention et la protection contre les risques technologiques induits par les installations industrielles (comme AZF). Il s'occupe d'une équipe d'ingénieurs établie à Bourges spécialisée dans la résistance des structures industrielles aux actions accidentelles explosions, incendie et séisme.



L'approche de la vulnérabilité et le renforcement parasismique

Réflexions engagées à l'INERIS

M. Reimeringer¹²

¹ INERIS. Parc Technologique Alata. BP2 F60550 Verneuil en Halatte

² INERIS-ENSIB. 10 bd Lahitolle 18020 Bourges cedex

RESUME :

Cette présentation a pour objet :

- de présenter les activités de l'INERIS dans le risque sismique ;
- de décrire la méthode d'évaluation de la vulnérabilité des Installations Classées ;
- d'illustrer cette méthode à travers un exemple.

Actuellement l'INERIS mène des opérations d'appui à l'Administration dans le cadre de la mise en place de la nouvelle réglementation sismique et du nouveau zonage qui s'applique à l'ensemble du territoire. L'INERIS offre aussi aux industriels d'entreprises à risque de type SEVESO (AZF...) la possibilité d'évaluer les risques liés aux séismes potentiels. Enfin, l'INERIS conduit une opération de recherche sur les NaTech (Natural-Technological Accidents) qui sont les risques combinant les aléas naturels et technologiques au travers du plus important projet Européen en sécurité industrielle de ces 20 dernières années : le projet Integ-Risk®.

La méthode d'évaluation de la vulnérabilité est réalisée en quatre étapes :

- un balayage des scénarios présentant des risques et des phénomènes dangereux associés ;
- l'identification des équipements importants pour la sécurité ;
- la vérification de la tenue de ces équipements ;
- la proposition de mesures de renforcements des structures ou des mesures techniques/organisationnelles de prévention/protection contre les risques.

On retiendra que les accidents expertisés montrent une tenue relativement satisfaisante des Installations Industrielles et que les techniques de calculs utilisées sont similaires à celles du domaine nucléaire. L'expertise menée par des ingénieurs spécialisés dans la sécurité gagnerait néanmoins à intégrer aux analyses de risques des méthodes de calculs simplifiés de tenue des équipements. Cela permettrait de mener rigoureusement les justifications nécessaires sur les installations existantes à un coût raisonnable. Cela fait partie des travaux menés dans le cadre d'Integ-Risk®.

MOTS CLES : séisme, Installations Classées, SEVESO, évaluation du risque, renforcement parasismique.



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

L'approche de la vulnérabilité et le renforcement parasismique – réflexions engagées à l'INERIS

Mathieu Reimeringer – Responsable de l'unité Résistance des Structures.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Présentation des activités de l'INERIS dans le risque sismique.
- Méthode d'évaluation de la vulnérabilité des Installations Classées.
- Exemple.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

activités de l'INERIS

- Appui à l'Administration.
 - Nouvel Arrêté sismique.
- Retour d'Expérience.
- Recherche: NaTech.
- Prestations commerciales.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Retour d'Expérience

- Bases de données.
- Bon comportement des structures.
- Structures aciers à formes relativement simples.
- Très redondantes.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Évaluation vulnérabilité

- 4 étapes :
 - Balayer les scénarios et les phénomènes dangereux associés.
 - Identifier les équipements importants pour la sécurité.
 - Vérifier leur tenue.
 - Proposer des mesures de renforcement.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Scénarios.



Scénarios.

2000 PLANNING D'AMÉNAGEMENTS
Développement des effets de séismes à proximité rapide potentielle

INERIS

Tenue des Equipements.

- Ouvrages de référence : tirés du nucléaire et du génie civil.
- Analyse modale segments structure / virole
- Modèles liquide solidaire et liquide ballotant
- Détermination des pressions sur parois
- Critères de flambage -p ; Hauteur de vague

INERIS

Tenue des Equipements.

- 6 risk factors.
 - risk factor "soil" (liquefaction, faults,)
 - risk factor supporting structure (general state, spaces between supports)
 - risk factor "general state" (age, conception)
 - risk factor "general behaviour" (stiffness, mass)
 - risk factor "displacements" (near points with large differential displacements)
 - risk factor "shock"

INERIS

Renfort des Equipements.

- Fibres de carbone.
- Plats métalliques

RIS

Renfort des Equipements.

- Croix de contreventements.
- Amortisseurs

INERIS

Exemple.

INERIS



**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Points Clés

- Globalement bonne tenue des Installations Industrielles au séisme.
- Une démarche d'analyse en 4 étapes.
- Des techniques de calcul similaires à celles du nucléaire.
- Un besoin de méthodes simplifiées pour mener rigoureusement les justifications sur les installations existantes.

INERIS
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE**
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Contacts

Merci de votre attention

Mathieu REIMERINGER
Responsable de l'Unité Résistance des Structures aux actions accidentelles.
Mathieu.reimeringer@ineris.fr - 03 44 55 65 26

Pour aller plus loin...

La résistance des structures industrielles aux actions sismiques
Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs
(DRA-78)
www.ineris.fr

INERIS
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques



Partie 4 : Renforcement parasismique des installations existantes
La prévention du risque sismique dans les CNPE :
l'exemple des sites EDF de Cruas et du Tricastin

Pierre LABBE - EDF



Ingénieur, Ecole Centrale de Paris.
Docteur en sciences mathématiques.

Position actuelle à EDF :

EDF, Division Ingénierie Nucléaire, Expert en Ingénierie sismique.

Activités hors EDF

- 1993-1999 Professeur Associé des Universités à l'Ecole Centrale de Lyon , et depuis 1993 professeur de dynamique des sols et structures à l'Ecole Doctorale MEGA (Mécanique, Energétique, Génie civil, Acoustique), Lyon.
- 1999-2004 en poste à l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique) ; a encadré l'équipe en charge des normes de sûreté internationales sur l'évaluation des sites et la conception des installations nucléaires, et depuis 2004, expert en ingénierie sismique auprès de l'AIEA.
- 2004-2008 Président de l'Association Française du Génie Parasismique.



La prévention du risque sismique pour les centrales nucléaires

P. Labbé¹

¹ EDF - DPI / DIN 1, place Pleyel 93282 Saint-Denis, France

RESUME :

L'objet de cette présentation est d'apporter des informations sur les précautions prises par EDF vis-à-vis du risque sismique dans la conception de ses centrales nucléaires. La sécurité par rapport au risque sismique provient des importantes marges de dimensionnement retenue au moment de la conception. Ces marges peuvent être mises en évidence de façon expérimentale à l'aide de moyens d'essais (tables vibrantes) qui restituent les mouvements sismiques. Elles sont illustrées au cours de l'exposé par un exemple de bâtiment et par un exemple d'équipement (tuyauterie).

Tous les dix ans les évaluations périodiques de sûreté sont l'occasion de réévaluer ces marges en intégrant les améliorations sur une décade des méthodes d'ingénierie (en particulier du fait de l'augmentation de puissance de calcul des ordinateurs), et en tenant compte des évolutions les plus récentes des normes en la matière. Lorsque nécessaire, des travaux sont effectués à l'occasion de l'arrêt décennal, de façon à préserver ces marges importantes. On présentera en particulier les travaux réalisés à la centrale du Tricastin à l'occasion du troisième arrêt décennal.

L'exposé se termine par la présentation de la centrale de Cruas, qui est fondée sur appuis parasismiques. Cette technologie, qui a fait l'objet de dépôts de brevets dans les années 70 et a été ensuite utilisée en Afrique du Sud, témoigne de l'attention portée depuis l'origine par l'industrie nucléaire à la question du risque sismique, et du caractère pionnier des études et réalisations d'EDF dans ce domaine.



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

La prévention du risque sismique pour les centrales nucléaires

Pierre LABBÉ, EDF

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Démarche générale d'EDF pour la gestion du risque sismique

Une politique de prévention :

- Le niveau de séisme retenu dès la conception des centrales nucléaires d'EDF est a minima 2 fois plus important que le plus grave séisme relevé en mille ans dans les régions où elles sont implantées.
- La pratique nucléaire applique des normes de conception et de construction des installations qui procurent des marges importantes par rapport au séisme retenu.
- Sous le contrôle de l'ASN, EDF vérifie régulièrement ses installations et fait le nécessaire pour intégrer les derniers progrès techniques et les retours d'expériences en France et à l'étranger, notamment à l'occasion des visites décennales.
- EDF a déjà investi 500 millions d'euros dans des travaux d'adaptation au risque sismique, réalisés au fil des visites décennales de chaque réacteur.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Remarque préliminaire

```

    graph TD
      S[Sismologie] --> E[Evaluation de l'aléa]
      I[Ingénierie] --> R[Robustesse des installations]
      E --> RS[Evaluation du risque sismique]
      R --> RS
  
```

C'est la robustesse qui procure la protection contre le risque sismique.
La robustesse des installations est aussi importante que la connaissance de l'aléa dans l'évaluation du risque.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Sommaire

- Mises en évidence expérimentales des marges de conception
 - Bâtiments
 - Équipements
- Marges et Évaluations périodiques de sûreté
- Illustration sur le cas de la centrale de Tricastin
- Le cas particulier de la centrale de Cruas

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Mise en évidence des marges

L'industrie nucléaire travaille depuis longtemps sur la question des marges de dimensionnement sous séisme. Par exemple dès 1978, sur la base des recherches du professeur Newmark, la NRC (*) a publié une règle (NUREG/CR-0098) tenant compte de ces marges dans la réévaluation des installations existantes.

Dans les transparents qui suivent :

- Un exemple d'expérience conduite récemment en France sur les marges de dimensionnement des bâtiments, le projet "SMART-2008".
- Un exemple de recherche sur les tuyauteries, conduit aux USA et en France dans les années 90.

(*) Nuclear Regulatory Commission: Autorité de sûreté nucléaire américaine

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE
Marseille - 4 février 2010

Mise en évidence des marges

SMART-2008

Maquette à l'échelle 1/4 représentative d'un bâtiment nucléaire.
Dimensionnée à 0.2g, selon les normes nucléaires.

Principe de l'expérience: soumettre la maquette à des mouvements sismiques d'intensité croissante, de 0.05g à au moins 0.8g.

La maquette SMART sur la table vibrante Azalée (CEA)



Mise en évidence des marges

SMART-2008

EDF et CEA ont invité la communauté scientifique internationale à participer à un benchmark prédictif à l'aveugle du comportement de cette maquette.

33 équipes de 21 pays ont participé au benchmark.

11 organismes de l'industrie nucléaire
11 bureaux d'étude
11 équipes universitaires

Un workshop international (70 participants) s'est tenu à Saclay en juillet 2008, à l'occasion du test à 0,2g.

Mise en évidence des marges

SMART-2008

Les tests se sont poursuivis jusqu'à 1.0 g sans dommage majeur, apportant une nouvelle preuve des marges de conception de l'industrie nucléaire.

Domages après le test à 0,7g

Une seconde maquette du même type sera testée en 2011, avec une contribution de l'AIEA dans le cadre de son programme "Seismic safety of existing NPPs".

Mise en évidence des marges

Programme de recherche américain sur les tuyauteries

- Réalisé au début des années 90
- 40 composants de tailles et d'épaisseurs variables

Conclusions :

- La ruine se produit pour des mouvements supérieurs à 15 fois le séisme de dimensionnement, répétés plusieurs fois.

Table vibrante

Mise en évidence des marges

Programme et conclusions similaires en France

- Tronçon de tuyauterie en acier inoxydable, D=168 mm, t=7,1 mm
- Dimensionnement = 0,7g
- Capacité maximale de la table vibrante: 3,5g
- Pas de dommage
- Niveau de ruine estimé par une modélisation fine > 9,4g

Marges > 18

Marges et évaluations périodiques de sûreté

Principe des Évaluations Périodiques de Sûreté

La sûreté d'une centrale nucléaire est réévaluée tous les dix ans

- En se référant aux normes les plus récentes, par exemple le document AIEA "Seismic Evaluation of Existing NPPs" (2003) a été utilisé pour la VD3 900 (troisième visite décennale du palier 900 MW)
- En tenant compte des progrès scientifiques et techniques de la décade écoulée, tels qu'intégrés par l'état de l'art de l'ingénierie au moment de l'évaluation.

L'état sismique sur le site est réévalué, ce qui peut conduire à une augmentation du niveau de séisme à considérer.

Aux endroits où les marges ne sont pas suffisantes au regard du nouveau référentiel, des travaux de mise à niveau sont réalisés.

Marges et évaluations périodiques de sûreté

Etat de l'art à la première évaluation décennale

Mouvements de sol

Modèles 1D

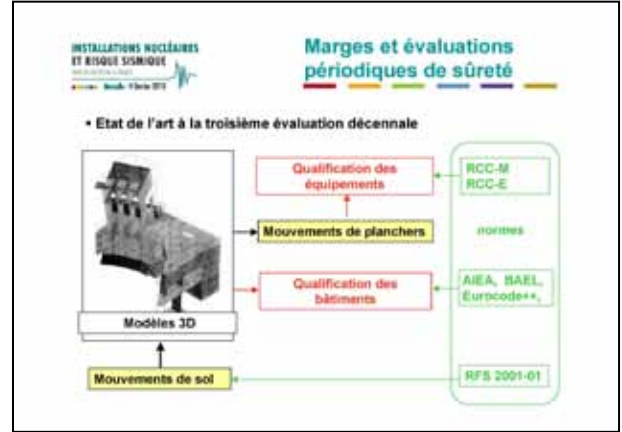
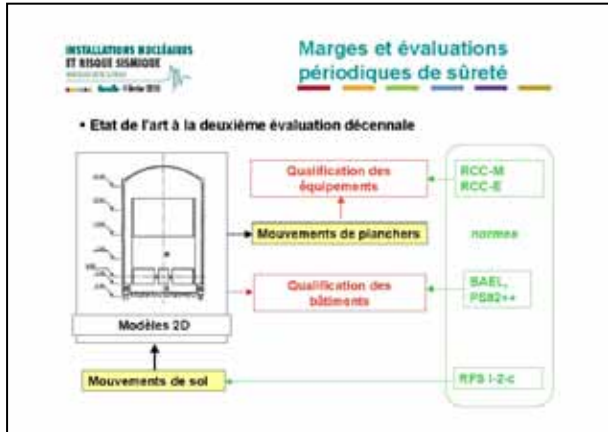
Mouvements de planchers

Qualification des équipements

Qualification des bâtiments

ASME normes

CCSBA BR PSSB++



Marges et évaluations périodiques de sûreté

• Investissements d'EDF dans les réévaluations sismiques

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| VD2 1300 | : 115 M€ |
| VD3 900 (*) | : 150 M€, dont 90 M€ pour Bugey (**) |
| | 5 M€ pour Tricastin |

| | |
|------------------------|----------|
| Autres actions | : 110 M€ |
| Coûts d'ingénierie EDF | : 70 M€ |
| R&D | : 60 M€ |

Total : 500 M€

(*) Chiffres à consolider en fin de VD3
(**) Article dans la revue "Nuclear Engineering and Design"





INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Le cas de la centrale de Cruas

Conçue dans les années 70, la centrale est construite sur appuis antisismique

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Le cas de la centrale de Cruas

Figure extraite de « Recent advances in earthquake engineering and structural dynamics », Quest-Editions 1992

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Points clés

- Il y a des marges importantes dans la conception parasismique des centrales nucléaires.
- Tous les 10 ans, à l'occasion des visites périodiques de sûreté, et sous le contrôle de l'ASN, ces marges sont réévaluées en tenant compte des progrès dans les méthodes d'ingénierie et de l'évolution des normes.
- Lorsque nécessaires, des travaux sont réalisés pour préserver ces marges importantes.
- L'industrie nucléaire est habituée à prendre le risque sismique en considération dans la conception de ses installations. EDF est une entreprise pionnière et expérimentée dans ce domaine.



Partie 5 : Approche globale du risque sismique
La chaîne du risque sismique – réflexions engagées au BRGM

Florent DE MARTIN - BRGM



Thèmes de Recherche : étude des mouvements sismiques forts, effets de site, comportement non-linéaire des sols, méthodes numériques (éléments finis, spectraux ; nombre d'onde discret ; etc.).

Etudes : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (promotion 2005).
Département Génie Civil et Construction.

Expérience professionnelle : Ingénieur confirmé au sein du service Risques Naturels et Sécurité du Stockage du CO₂ depuis 2005 avec fréquent séjours au « Disaster Prevention Research Institute » (DPRI), Kyoto, Japon.

- Simulation de mouvements sismiques forts
- Evaluation des effets de site (étude linéaire et non-linéaire)
- Inversion de la structure des sols par algorithmes génétiques
- Modélisation numérique de la propagation des ondes en milieu hétérogène
- Développement de codes numériques appliqués à la propagation des ondes sismiques (éléments finis, éléments spectraux, matrice de propagation de Thomson-Haskell, etc.)
- Simulation de séismes à grande échelle sur cluster parallèle



La chaîne du risque sismique

—

Réflexions engagées au BRGM

F. De Martin¹ et P. Dominique¹

¹ BRGM – Service « Risques Naturels et Sécurité du Stockage du CO₂ »
3 avenue C. Guillemin - BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2

RESUME :

L'évaluation du risque sismique est le produit de la connaissance de l'aléa sismique (i.e., probabilité d'occurrence d'un mouvement sismique) par l'évaluation de la vulnérabilité (i.e., capacité d'un enjeu à résister à un aléa donné) tout en intégrant la maîtrise des incertitudes.

La compréhension de l'aléa sismique nécessite d'une part, de connaître la localisation des failles actives ou des zones sismotectoniques sismogènes et les caractéristiques des séismes récents ou anciens associés (aléa sismique régional) et, d'autre part d'évaluer les effets de site topographiques ou lithologiques qui modifient les caractéristiques initiales de l'onde sismique (aléa sismique local).

L'évaluation de la vulnérabilité s'effectue selon différentes méthodes plus ou moins détaillées selon l'échelle d'étude envisagée. A grande échelle, des méthodes empiriques statistiques ont vu le jour alors qu'à l'échelle d'un enjeu (ex. un bâtiment), des méthodes basées sur la dynamique des structures sont souvent utilisées. Au sein des zones sismiques, la vulnérabilité d'un enjeu dépend de l'état des connaissances en matière de génie parasismique au moment de la conception et de l'imposition plus ou moins avérée des règles parasismiques.

L'incertitude sur les grandeurs physiques est présente tout au long de la chaîne du risque sismique. Cette incertitude ne doit pas être considérée seulement comme une connaissance partielle des phénomènes mais comme un outil pour mieux borner les résultats. Deux grandes familles d'incertitudes existent au sein de la chaîne du risque, l'incertitude aléatoire (i.e., observations précises mais variables) et l'incertitude épistémique (i.e., informations imprécises, vagues et/ou incomplètes). L'intégration de ces incertitudes permet une prévention plus juste du risque sismique.

MOTS CLES : risque sismique, aléa, vulnérabilité



INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

La Chaîne du Risque Sismique

Florent DE MARTIN
Ingénieur en risque sismique au BRGM

Pascal DOMINIQUE
Chef de l'unité risque sismique du BRGM

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
- Points Clés

305

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
- Points Clés

306

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

La chaîne du risque sismique

RAPPEL

Présentations précédentes → **RISQUE = ALEA x VULNERABILITE**

VULNERABILITE = capacité d'un enjeu (personnes, biens, activités, moyens, etc.) à résister à un aléa donné

ALEA SISMIQUE = probabilité qu'un séisme d'une certaine magnitude puisse affecter une région durant une période donnée

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

Points abordés

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
- Points Clés

308

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES
ET RISQUE SISMIQUE

Marseille - 4 février 2010

Unité « risque sismique » du BRGM

Effectif en 2009 : 21 agents → Sismologues, Sismotectoniciens, Ingénieurs structures et généralistes

309



Unité « risque sismique » du BRGM

Effectif en 2009 : 21 agents → Sismologues, Sismotectoniciens, Ingénieurs structures et généralistes

Bases de données

sismicité historique, instrumentale, paléo-sismicité

Evaluation du risque sismique

702

Unité « risque sismique » du BRGM

Effectif en 2009 : 21 agents → Sismologues, Sismotectoniciens, Ingénieurs structures et généralistes

Bases de données

Evaluation du risque sismique

802

Unité « risque sismique » du BRGM

Effectif en 2009 : 21 agents → Sismologues, Sismotectoniciens, Ingénieurs structures et généralistes

Bases de données

Evaluation de l'AleA

Recherche : modélisations numériques
Service Public : aléa sismique régional et local, conseil et expertise en matière réglementaire

Evaluation du risque sismique

902

Unité « risque sismique » du BRGM

Effectif en 2009 : 21 agents → Sismologues, Sismotectoniciens, Ingénieurs structures et généralistes

Bases de données

Evaluation de l'AleA

Etude de vulnérabilité (coordinateur de RSK-EU), missions post-sismiques, scénarios de risque et de crise sismique (logiciel Armagedon)

Evaluation du risque sismique

1028

Points abordés

- Rappel → Risque = Alea x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Alea
 - Vulnérabilité
- Points Clés

1128

La chaîne du risque sismique

ALEA

- Zoom sur la région PACA → évolution de l'état de connaissances de l'aléa
 - Etude géologique et structurale de la Provence (ex : programmes GEOFRANCE 3D, CEREGE-IRSN, INSU, Ministère de la Recherche, BRGM, CEA, CNRS, Université de Provence, etc.)
 - Etude sur la tectonique active (programmes PNPRE, SAFE, etc.)
 - Evaluation de l'activité sismique : vitesse de déformation, potentiel sismogène des failles, période de retour des séismes de forte magnitude.
- Informations fondamentales pour la connaissance sismotectonique régionale → Nombreuses publications
- Evolution de l'état de connaissances de l'aléa en région PACA



La chaîne du risque sismique

ALEA

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

- 1996-1997 : Faille de la Moyenne Durance → découverte d'un paléoséisme de magnitude 6,4 à 6,9 daté de +10 000 ans à -28 000 ans
- 1996-2000 : Système faille de l'Arlésienne → rôle majeur dans la structuration de la Camargue et du Golfe du Lion
- 2001-2003 : Faille de la Trévaresse est identifiée en surface
- 2002 : Faille du Ventoux → découverte de 2 paléoséismes (M > 6.0, post -100 000 ans)
- 2003 : A 10 km de Nice → découverte de la faille active de Biaisasco à l'origine de la crise sismique de 1999 - 2000
- 2003 : Magnitude du séisme du 11 juin 1909 re-évaluée à 6,0 → Baroux et al. (2003)
- 2005 : Localisation de la rupture en surface à l'origine du séisme du 11 juin 1909
- 2005 : Découverte d'un système de failles (La Fare-Éguilles) comparable à celui de la Trévaresse, à l'origine du séisme de 1999 → Terrier et al. (2008)

15/25

Points abordés

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
 } Risque
- Points Clés

14/25

La chaîne du risque sismique

VULNERABILITE

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

- Quantification de la vulnérabilité
 - Méthodes empiriques basées sur des retours d'expériences
 - Méthodes analytiques / numériques
 - Méthodes systémiques
 } Méthodes « classiques »
Méthodes émergentes
- Echelle régionale : Méthodes empiriques → Indices de vulnérabilité statistique
- Bâtiment : Méthodes numériques → Calculs statiques ou dynamiques

15/25

La chaîne du risque sismique

VULNERABILITE : Méthodes systémiques

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Méthodes empiriques analytiques → vulnérabilité physique bien définie

↳ néanmoins

notion incomplète pour évaluer l'impact réel d'un séisme

↳

nécessité d'une approche systémique globale

- Hierarchisation des enjeux + définition de stratégie adaptée de prévention
- Évaluation des impacts physiques, fonctionnels, organisationnels, économiques, environnementaux
- Impact de la vulnérabilité physique sur la vulnérabilité organisationnelle et fonctionnelle (e.g., réseau de transport, etc.)
- Interactions entre systèmes de réseau
- Caractère temporel de la vulnérabilité (présence, réparation d'un réseau...)

16/25

Points abordés

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
 } Risque
- Points Clés

17/25

La chaîne du risque sismique

RISQUE

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES ET RISQUE SISMIQUE

Risque sismique = combinaison entre l'aléa sismique en un point donné et la vulnérabilité des enjeux qui s'y trouvent exposés (personnes, bâtiments, infrastructures...)

Aléa faible + Vulnérabilité forte = Risque modéré (mais présent)

Aléa fort + Vulnérabilité forte = Risque élevé

Aléa fort + Vulnérabilité faible = Risque réduit

18/25

SCENARIOS DE RISQUE SISMIQUE
Carte d'aléa régional 0.2g
Effet de site topographique
Effet de site lithologique et lithologique
VULNERABILITE
Zones homogènes
Classification

SCENARIOS DE RISQUE SISMIQUE
Microzonage de Lourdes

La chaîne du risque sismique

RISQUE

Séismes précédentes → scénario de risque sismique sur le bâti courant
↓ première étape or
Approche plus globale nécessaire

Réflexions sur une approche globale

- Mieux hiérarchiser les enjeux et définir des stratégies de prévention
- Évaluer les impacts physiques, fonctionnels, organisationnels, économiques, environnementaux

↓

Pour mieux évaluer et mieux fonder les décisions de gestion de crise post-sismique

La chaîne du risque sismique

RISQUE

Réflexions sur une approche globale

réduction du risque sismique → combinaison d'actions et d'acteurs

| | |
|--|---|
| Elaboration et application d'une réglementation Formaliser Développement de réflexe Préparation à la crise Communication sur le risque | Etat Collectivités Exploitants Autorité Experts Citoyens |
|--|---|

↓

connaissances de l'aléa / connaissances et réductions des vulnérabilités

↓

Pas de risque ZERO mais orientation vers un risque réduit et accepté

La chaîne du risque sismique

RISQUE

L'INCERTITUDE EXISTE

→ il faut savoir l'évaluer pour borner les grandeurs physiques
→ il faut savoir l'intégrer dans la chaîne du risque

- Incertitude aléatoire
 - Observations précises
 - Mais variables d'une observation à l'autre (ex. myt sismique)
- Incertitude épistémique
 - Information « imprécise, vague voire incomplète »
 - Situation « d'ignorance partielle »

Points abordés

- Rappel → Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Présentation de l'unité « risque sismique » du BRGM
- La chaîne du risque sismique
 - Aléa
 - Vulnérabilité
- Points Clés

Points Clés

- Risque = Aléa x Vulnérabilité
- Réduction du risque sismique
 - Mieux connaître l'aléa
 - Mieux connaître la vulnérabilité existante
 - Mieux évaluer les incertitudes
 - Construire parasismique

Tout en intégrant la notion de risque dans une approche globale

↓

Ne pas superposer les bornes maximales à chaque étape pour avoir une approche raisonnable de la protection parasismique

Contacts

La Chaîne du Risque Sismique
Réflexions engagées au BRGM

Florent DE MARTIN
Ingénieur en risque sismique
f.demartin@brgm.fr - 02 30 64 34 81

Pascal DOMINIQUE
Chef de l'unité risque sismique
p.dominique@brgm.fr - 02 30 64 47 15

www.brgm.fr



ECHANGES AVEC LA SALLE



«Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France»

par Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC (ASN Marseille et AFPS), David BAUMONT (IRSN) et Claire ARNAL (DREAL PACA)

Partie 1 : Rôle des parties prenantes

Les interrogations des CLI sur la question du séisme, par Monique SENE (ANCLI)

Les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND, par Laurent KUENY et Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC (ASN Marseille)

Les missions et les actions de l'IRSN, par David BAUMONT et Gilbert GUIHLEM (IRSN)



Charles LEGRAND – IUT Aix-en-Provence

La loi TSN concerne-t-elle également les activités de l'ASND en matière de la transparence ?

Laurent KUENY – ASN Marseille

La loi TSN (Transparence et Sécurité en matière de Transparence) s'applique à l'ASN. Pour le nucléaire défense géré par l'ASND, il existe d'autres loi issues du code de la défense même si les 2 premiers articles de la loi TSN qui imposent le devoir de transparence et d'information du public s'applique également au nucléaire défense.

En termes d'information au public, des Commissions d'Information (CI) jouent le même rôle que les CLI pour le nucléaire civil. Elles vont d'ailleurs bientôt faire partie de l'ANCLI qui deviendra donc l'ANCCLI. Sur un site comme le Tricastin où on trouve à la fois du nucléaire civil et défense, les deux commissions se réunissent conjointement.

.....

Une personne du public

Vous avez montré que l'ASN participe à des activités internationales. Est-ce que dans ce cadre, vous faites des comparatifs avec ce qui se passent dans les autres pays ?

Laurent KUENY – ASN Marseille

L'action internationale est une des priorités de l'ASN. D'ailleurs, 5% des unités d'œuvre sont annuellement consacrées aux activités au niveau international. Nous avons une réelle volonté de confronter nos pratiques au niveau international en agissant notamment auprès de l'AIEA (agence au sein de laquelle beaucoup de discussions autour du contrôle du risque sismique dans les installations nucléaires ont lieu) ou de l'AEN (Agence de l'Énergie Nucléaire de l'OCDE).

En parallèle, nous envoyons du personnel dans les autres autorités étrangères : nous avons actuellement une personne en permanence au sein de l'autorité anglaise, de l'autorité espagnole et de l'autorité américaine. Nous sommes donc dans une dynamique d'échanges permanents.

En ce qui concerne le risque sismique c'est pareil, nous souhaitons confronter notre approche qui est déterministe alors que d'autres préfèrent l'approche probabiliste.

En fait, la volonté de l'ASN est de confronter ses approches pour faire évoluer la réglementation française pour aller toujours vers plus de sûreté.

David BAUMONT - IRSN

L'IRSN participe à différentes actions internationales notamment au sein de l'AIEA et de l'OCDE par l'intermédiaire de groupes de travail qui échangent et travaillent sur différentes problématiques. L'IRSN participe aussi sur le plan



des échanges techniques à des benchmarks qui sont des comparaisons de méthodes d'évaluation. Il y en a d'ailleurs 2 en cours (projets SMART et séisme de Kashiwasaki).

.....

Olivier MARTOCQ - animateur

La France fait-elle partie des pays qui adoptent les normes les plus contraignantes ?

David BAUMONT - IRSN

Il y a différentes réglementations qui ont chacune leur spécificité.

On a vu que lors du séisme de Kashiwasaki qui a dépassé le séisme envisageable sur le site, il y a eu un bon comportement des installations. Dans la réglementation japonaise, il y a un séisme forfaitaire et on a pu voir que ce système avait fonctionné.

Laurent KUENY – ASN Marseille

Il existe différentes nuances d'approches et de philosophies de gestion du risque sismique. Ce qu'il faut faire, c'est de confronter ces approches pour voir lesquelles permettent d'apporter le meilleur niveau de sûreté nucléaire. Aujourd'hui on a une approche qu'on considère comme très avancée en France mais on veut la confronter avec ce qui se fait au niveau international pour voir si il n'y a pas une possibilité de l'améliorer et de faire progresser la réglementation et les exigences pour améliorer encore le niveau de sûreté.

Monique SENE - ANCLI

Il y a en ce moment une polémique à Fessenheim sur les conclusions des experts (IRSN vs Résonance (Suisse)) qui ne sont pas les mêmes. Cela ne veut pas dire qu'au final, il n'y aura pas d'accord entre les experts ni de mises en commun des résultats mais une confrontation est nécessaire.

.....

Pierre SAUNIER - ingénieur à la retraite

Comment devenir membre d'une CLI ?

Monique SENE - ANCLI

C'est le Conseil Général qui prend la décision de mettre en place cette commission à proximité des sites (civils ou de défense) puisque c'est une obligation légale. Le Conseil Général désigne ses membres parmi lesquels on retrouve des représentants des Conseils Généraux, des mairies et du Conseil Régional (50% d'élus) mais aussi des représentants d'associations, des personnes qualifiées, des représentants des organisations syndicales et du monde de la santé.

Comme le décret est passé en mars 2008, les CLI qui n'existaient pas encore devaient être créés à compter du 1^{er} janvier 2009. Il y a un peu de retard sur la mise en place de ces commissions d'ailleurs, l'ANCLI ne sera en ordre de marche que mi 2010.

.....

Jean-Claude SARI – universitaire retraité

Dans le cas des SEVESO on avait une approche déterministe pour les accidents majeurs. Ça a changé avec la loi Bachelot et maintenant on est plutôt sur une approche probabiliste. Pour les installations classées SEVESO et les tremblements de terre, a-t-on une approche déterministe ou probabiliste ?

Laurent KUENY – ASN Marseille

Renvoi vers Laurent ROY, Responsable DREAL PACA.

Laurent ROY - ASN Marseille / DREAL PACA

Réponse mais pas en lien avec le sujet général de la journée.

.....

Mokhtar DAOUDI – CETEN APAVE

La réévaluation technique périodique concernant les installations nucléaires existantes n'est axée que sur le bâtiment c'est à dire la structure elle-même. Qu'en est il des comportements des réseaux dont certains sont essentiels à la sûreté surtout dans le cas où ils auraient des longueurs compatibles avec les demi longueurs d'ondes sismiques sachant que l'aléa peut ce coup si être remis à jour ?



Gilbert GUILHEM - IRSN

En effet, dans les installations il y a des tuyauteries importantes pour la sûreté ou des galeries actives qui peuvent avoir une certaine longueur, éventuellement une centaine de mètres (réseaux secs des réacteurs de puissance) et donc il y a un dimensionnement à l'origine et dans le cadre de l'extension éventuelle des durées de vie des centrales, ce point là sera examiné de manière plus précise puisque cela a fait l'objet d'un point des discussions préalables de l'augmentation des durées de vie des centrales. En effet, sur une période relativement longue, il peut y avoir (sans parler uniquement des séismes), dans le cas de tassement différentiel qui peuvent mettre éventuellement en cause, mais ça il faut l'analyser, le comportement de ces ouvrages en regard de leurs exigences. C'est donc un point sur lequel il faut être attentif. Pour le risque sismique, ces ouvrages suivent en général le mouvement du sol et à moins de zones qui seraient de raideur différentes, il ne doit pas y avoir de problème particulier en termes de risque sismique.

Laurent KUENY – ASN Marseille

Pour compléter ces propos, le périmètre de ces examens de sûreté fait l'objet de discussion entre l'exploitant, l'ASN et son expert technique IRSN et le point qui vient d'être abordé fait partie justement des réexamens à venir.

Monique SENE - ANCLI

Au niveau de la visite décennale n°3 de Fessenheim, le dossier d'aptitude à poursuivre l'exploitation sera terminé fin 2010 alors que le réacteur va être redémarré fin février. Comme c'est un processus très long, ils redémarrent provisoirement la centrale en attendant la finalisation de toutes les études (ASN, EDF et IRSN).

.....

Jean-Claude BERARD – Asso / CLI Marcoules

Dans le cadre du réchauffement climatique, les séismes sont de plus en plus violents. Il faut mettre en place une transmission de mémoire : en 1909 lors du séisme de Lambesc, le sol a bougé à Nîmes sans faire de dégâts, les japonais ont 10 séismes par jour, etc. Il y a un manque de formation sur des exercices de crise réalisés de jour et de nuit.

Olivier MARTOCQ - animateur

Fait-on des exercices de crise ?

Laurent KUENY – ASN Marseille

On n'a pas testé de crise sismique systémique touchant particulièrement un site nucléaire mais cela fait partie de nos réflexions à l'ASN avec la DREAL et d'autres partenaires. Nous souhaiterions monter un exercice de crise dans un délai raisonnable, par exemple 2011 parce qu'effectivement, il faut progresser sur ces exercices en tenant compte des retours d'expériences des exercices réalisés dans les autres domaines et avec le retour d'expériences international. C'est donc un sujet qui est en cours de discussion.

Sur l'aspect crise, il y a des exercices de crise sismique hors nucléaire qui sont organisés avec une périodicité (cf. DREAL PACA). Sur Marcoules la thématique du séisme est présente et traitée. Il y a un état des lieux prévu en 2010 avec l'exploitant pour reprendre l'ensemble des connaissances sur ce site et on a prévu de venir présenter les résultats devant la CLI de Marcoules pour informer l'ensemble de ses membres de l'état des connaissances et faire le point sur ce qui est prévu en termes d'actions de contrôles.

Claire ARNAL – DREAL PACA

Un séisme se ressent assez loin, et ceci est en lien avec l'accélération qui est l'expression de la transmission de l'onde. Ce n'est pas directement lié à la magnitude dans la mesure où en fonction de l'endroit où on se trouve, l'accélération est différente.

Quand on parle de 0.3g, cela correspond aux séismes contre lesquels on essaie de se prémunir dans la région donc c'est quelque chose de régional et qu'on ne retrouve pas au Japon par exemple.

En ce qui concerne les exercices de crise : comme on est dans des zones qui ne sont pas intégralement construites avec des normes parasismiques, il faut savoir faire face à un séisme potentiel et c'est pour ça qu'au moment de la commémoration, 2 exercices ont été réalisés grâce à la mise en place d'un partenariat entre la DREAL PACA et les 2 entités en charge de la sécurité civile (la Préfecture et le SDIS 13). Par ailleurs, c'est très important de comprendre que la gestion du risque résulte d'une association de la prévention de la gestion de la crise et de sa préparation.

.....



Jean-Pierre VANACKER – Attaché parlementaire

Une des pierres angulaires du système est le séisme majoré. Pourriez-vous nous donner d'explication sur les paramètres que vous avez choisis de majorés, les coefficients que vous avez attribué et le degré de confiance au sens statistiques que vous attribuez à ce système ?

David BAUMONT - IRSN

Dans l'évaluation du séisme majoré de sécurité il y a essentiellement 2 prises de marges directes. La première consiste à déplacer le séisme : on identifie les structures qui ont été activées dans le passé, par exemple dans notre région, on prendra le séisme de Manosque sur la faille de la Trevaresse. On connaît plus au nord d'autres failles qui ont les mêmes caractéristiques et on considère que compte-tenu du fait qu'elles se trouvent dans un même champ de contraintes, des mêmes conditions physiques elles sont susceptibles de produire les mêmes effets. Concrètement on considère que le séisme de Lambesc pourrait se produire de manière analogue sur la faille du Lubéron.

Finalement on va déplacer les séismes ou le scénario sismique. On va considérer qu'il peut se reproduire à d'autres endroits du moment qu'il y a certaines analogies sur le principe de la gouvernance physique des phénomènes. On va chercher à le déplacer au plus près des installations que l'on cherche à protéger ce qui nous permet d'avoir une première prise de marges.

Il y a une seconde marge qui consiste à majorer la magnitude du séisme qui s'est passé dans le passé. (Pour Lambesc, on avait une magnitude 6). Il y a également les incertitudes, mais c'est un sujet qui sera abordé plus tard dans la journée. Donc de manière forfaitaire on augmente la magnitude du séisme de 0.5 pour tenir compte de 2 choses :

- évaluer la magnitude d'un séisme historique délicat
- la connaissance que l'on a de la sismo-tectonique

Donc en résumé, on majore de manière forfaitaire le séisme historique le plus fort qui s'est déroulé dans le passé.

En termes de probabilité, la pratique a évolué ces dernières décennies, désormais, il y a une systématisation du traitement de l'incertitude. Les experts de l'IRSN essaient de mener des calculs en propageant des incertitudes c'est à dire en tenant compte des incertitudes associées à chaque étape pour s'assurer que les prises de marge qui ont été faites de manière forfaitaire ou par translation du séisme sont suffisantes via à vis des incertitudes que l'on a dans le cas d'un SMHV.

Dans cette démarche on essaie de confronter les résultats des différents experts (BRGM, exploitants, à l'étranger) et on essaie également de tenir compte de l'état de l'art des connaissances dans l'analyse de la prise de marges.

Claire ARNAL - DREAL PACA

Sur l'échelle de la magnitude, pour passer de 6 à 7, on multiplie par 30 l'énergie qui a été déployé. Donc quand on augmente de 0.5 lorsqu'on majore un séisme pour le calcul de marges, on a déjà multiplié par 15 l'énergie déployée.

Partie 2 : Connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique

Le phénomène et l'aléa sismique : Activité sismique et aléa régional dans le sud-est
par Olivier BELLIER (CEREGE)

Le phénomène et l'aléa sismique : Aléa local - notions d'effets de site et d'effets induits
par Anne-Marie DUVAL (CETE Méditerranée)

La prise en compte du risque sismique sur le centre de Cadarache - zoom sur l'aléa sismique
par Fabrice HOLLENDER (CEA Cadarache) et Ioannis POLITOPOULOS (CEA/DM2S/SEMT - Saclay)

Ludivine LEVRY - Etudiante

Lorsqu'on a une augmentation de 1 en magnitude, est-ce qu'on a également une augmentation du facteur en énergie et comment doit-on tenir compte de ce facteur en énergie ?

Fabrice HOLLENDER – CEA Cadarache

On travaille avec 2 grandeurs : la magnitude et l'intensité. Donc la majoration que nous appliquons pour passer du SMHV au SMS consiste à augmenter de 0.5 la magnitude. Il y a un rapport 30 en énergie dégagée quand on augmente de 1 en intensité donc quand on augmente de 0.5 on augmente de racine de 30 soit environ 5.

.....



Une personne du public

Et qu'en est-il de la faille de Nîmes ?

Olivier BELLIER - CEREGE

Elle fait partie des failles majeures au même titre que celle de la Moyenne Durance mais elle est probablement un peu moins active. Elle fait néanmoins partie des objets géologiques d'intérêt quand on fait de la prévention de l'aléa sismique.

.....

Monique SENE - ANCLI

S'adressant aux experts et exploitants (ndlr) Vous êtes d'un optimisme évident, à aucun moment vous ne donnez les limites de ce que vous faites. Quels sont les éléments qui manquent, etc. Dans les rapports d'inspections, vous précisez qu'il y a des éléments qui ne sont pas conformes mais on ne sait pas jusqu'à quel point.

Par exemple, le ferrailage de Flamanville qui n'est pas totalement conforme mais les vérifications sont difficiles lorsque les structures sont recouvertes. Il y a beaucoup de recherches qui sont faites mais la réalité n'est pas toujours aussi « bonne » qu'on voudrait le croire. Et ce sont là des questions des CLI qui demandent un suivi, de façon à mieux saisir les doutes et les incertitudes réelles qui subsistent.

Fabrice HOLLENDER – CEA Cadarache

C'est bien pour cela qu'aux différentes étapes, nous prenons des marges facteur 2 parasismique... et les séismes vraisemblables en Provence sont très inférieurs à ceux qui sont pris en compte dans nos calculs.

Laurent KUENY – ASN Marseille

La connaissance progresse et c'est donc pour cela que la réglementation progresse. L'ASN a donc besoin de la recherche pour faire évoluer ces exigences pour atteindre un niveau de sûreté toujours plus élevé. C'est donc pour cela que lors de cette journée, nous souhaitons faire ressortir les différents organismes de recherche pluraliste dont l'ASN a besoin pour faire progresser la sûreté.

Il ne s'agit pas simplement d'émettre des règles, il s'agit ensuite de les faire respecter et l'ASN est un organisme de contrôle qui a un pouvoir d'inspection, notamment sur les chantiers de génie civil. La procédure est la suivante : l'ASN convient avec l'exploitant de jalons pour pouvoir réaliser des inspections inopinées ou non pour vérifier s'il réalise bien les dispositions qu'il s'est engagé à mettre en œuvre à la conception et qui répondent aux exigences de la réglementation.

Il ne faut pas oublier que les inspections ne se passent pas toujours bien. Après une inspection l'ASN peut être amenée à faire arrêter un chantier tant que l'exploitant ne répond pas aux exigences de la réglementation pour des mesures correctives.

Partie 3 : Dimensionnement parasismique des installations neuves

La prévention du risque sismique dans les installations du cycle du combustible : l'exemple des installations AREVA au Tricastin - zoom sur la construction d'une installation nouvelle : Georges Besse II
par Jean-François SIDANER (AREVA)

Partie 4 : Renforcement parasismique des installations existantes

L'approche de la vulnérabilité au séisme des installations et le renforcement parasismique - réflexions engagées à l'INERIS par Mathieu REIMERINGER (INERIS)
La prévention du risque sismique dans les CNPE : l'exemple des sites EDF de Cruas et du Tricastin
par Pierre LABBE (EDF)

Partie 5 : Approche globale du risque sismique

La chaîne du risque sismique - réflexions engagées au BRGM, par Florent DE MARTIN (BRGM)

Charles LEGRAND - Etudiant

Est-il prévu de remplacer les appareils d'appui en élastomère du CNPE de Cruas comme cela est prévu pour les ouvrages d'arts du génie civil ?

Pierre LABBE - EDF



C'est effectivement prévu et possible. Le CNPE a également subi un suivi du vieillissement des appuis comme sur les ouvrages d'art

.....

Marie-Anne SABATIER – CLI Marcoules

Quand on regarde Marcoules, Cadarache, etc. On se demande pourquoi toutes les installations nucléaires sont implantées sur des sites sismiques ?

Jean-François SIDANER - AREVA

Il faut regarder dans notre passé et remonter à Jean-Louis Currie en 1945. Les sites ont été développés en fonction des besoins et des ressources nécessaires. Ils ont par ailleurs une utilité sociale : il faut enrichir pour produire de l'électricité.

.....

Olivier MARTOCQ - animateur

Si la décision était prise maintenant, avec tous les progrès de la recherche qui ont été faits, on ne construirait probablement pas aux mêmes endroits ?

Jean François SIDANER - AREVA

Ce n'est pas sûr, il y a énormément de critères qui interviennent dans le choix d'un site.

Jean-Christophe NIEL - ASN

Avec les connaissances que l'on a aujourd'hui et la position des acteurs, il est possible qu'un certain nombre de sites n'aient pas été autorisés comme par exemple Cruas. La solution a été apportée par des solutions techniques sophistiquées qui répondent à l'objectif mais si on repartait de zéro il est tout à fait possible mais que dans un contexte nouveau, des exigences nouvelles, des acteurs nouveaux des exigences sociales nouvelles, ces décisions n'auraient pas été prises.

.....

Marie-Anne SABATIER – CLI Marcoules

A la CLI, on mesure les progrès sur la communication de l'information, il y a encore des difficultés de communication sur la sismicité en particulier sur la vallée de l'Andrat mais je suis très satisfaite de voir que l'ASN organise ce type de journée.

Pascal DOMINIQUE - BRGM

En termes de communication autour de la sismicité historique (c'est à dire recensé), il existe un site internet appelé SisFrance (<http://www.sisfrance.net/>) piloté par le BRGM, EDF et l'IRSN qui propose toute l'information autour de la sismicité en France.

Olivier MARTOCQ - animateur

En parlant de transparence et de communication, y a-t-il eu une fuite radioactive ou non en octobre 2009 ? En tant que journaliste, il m'a fallu près de 10 jours pour avoir une information fiable.

.....

Une personne du public

Cette initiative est très intéressante et enrichissante. On voit qu'il y a un gros travail qui est fait en termes de communication et qu'il y a une réelle prise de conscience de ce besoin. C'est peut-être un des effets du Grenelle de l'Environnement qui a abouti à cette stimulation collective mais n'est-on pas là devant un gaspillage d'énergie. Les Japonais maîtrisent la prévention des risques sismiques depuis des années vu que la sismicité est chronique chez eux et que les dégâts occasionnés sont toujours légers. Alors pourquoi ne pas repartir de ce qu'ils savent plutôt que de partir de zéro ?

Jean-François SIDANER

Le Japon a fait beaucoup de progrès mais avec une dépense d'énergie et des moyens considérables. La France n'en est qu'au début de la prise en compte de ce qu'est un programme d'amélioration sismique persévérant continu de l'ensemble du bâti : ce qui correspond à beaucoup d'énergie et de moyens à mettre en œuvre et à la bonne volonté de tous.



Pierre LABBE - EDF

Les japonais se tournent vers la communauté internationale en cas de problème.

Suite au séisme de Kobé, ils se sont tournés vers l'AIEA pour organiser une réflexion sur le thème : Comment faire pour redémarrer une centrale après un fort séisme ? Quels sont les critères à appliquer ? Comment faire la démonstration de sûreté ? Ils n'avaient pas ces réponses donc ils ont mobilisés des experts internationaux et notamment français. Il ne faut pas croire qu'ils ont la connaissance complète et font souvent appel à la communauté internationale. Dans le monde du nucléaire il faut bâtir un consensus international parce qu'on ne résout pas les problèmes en restant dans son coin.

Florent DE MARTIN - BRGM

On ne part jamais de zéro. Il y a des bases et à chaque fois qu'il y a une découverte ou une avancée, on en tient compte.

.....

Jean-Claude BERARD - MNLE 30

En s'adressant aux exploitants (ndlr) Vous nous dites qu'on ne prélève plus d'eau dans le Rhône mais qu'en est-il des rejets ?

Jean-François SIDANER - AREVA

Si l'eau n'est plus prélevée, elle n'est plus rejetée. Celle qui est encore rejetée et donc prélevée est celle utilisée pour le traitement des effluents, mais nous ne sommes plus sur les mêmes volumes.

.....

Une personne du public

Sur SMART, on a des résultats d'expérimentations avec des marges de facteur 5 sur la structure de 0.2g à 1g. Comprend-t-on l'origine de ces marges sur la structure et est-ce que ces marges ont été prédites par toutes les équipes qui ont participé au benchmark international et si oui est-ce que ce qui était dimensionné à 0.2 pouvait tenir à 1 ?

Pierre LABBE - EDF

Dans le dimensionnement des installations nucléaires, on ne prend pas en compte les capacités de déformation ductile et on les garde comme marges.

Dans le dimensionnement d'un bâtiment, d'un immeuble classique, on s'autorise à ce que les aciers de béton armé sous séismes s'allongent jusqu'à une certaine grandeur ; dans le domaine de la construction nucléaire, on s'autorise des déformations bien moindre et c'est là que sont nos marges.

Les répondants au benchmark n'avaient pas tous les mêmes qualités de prédiction.

.....

Marion GILLE - Etudiante

Si un séisme avait lieu, est-ce que les structures et les structures à l'intérieur supporteraient le séisme ? et est-ce que le risque sismique en région PACA peut intervenir sur l'installation éventuelle d'une centrale nucléaire vu la demande énergétique de la région ?

Pierre LABBE - EDF

Les installations actuelles tiendraient si demain il y a un séisme mais ça ne veut pas dire qu'on pourrait exploiter ces installations.

Par ailleurs, on n'envisage pas l'implantation de nouveaux sites dans la région.

Et si le niveau d'aléa sismique devait augmenter, on saurait dimensionner les installations à des niveaux plus importants que ce qui est fait actuellement. Les japonais le font déjà, donc nous saurions également le faire.

.....

Olivier MARTOCQ - animateur

Est-ce que pour le choix d'ITER, l'argument qu'une faille existe à Cadarache a été un contre argument présenté par les Japonais ?

Pierre LABBE - EDF



Certainement mais on ne peut pas dire que le Japon présente une sismicité moindre que chez nous !

.....

Monique SENE - ANCLI

L'exposé du BRGM nous a bien montré les progrès qui ont été fait en termes de connaissance sur la problématique séisme. Mais cela ne veut pas dire que les centrales n'ont pas été construites sans les problématiques sismiques. Vous être très optimistes. Il y avait une problématique qui s'est certes affinée mais maintenant vous, (*en s'adressant aux exploitants - ndlr*), êtes obligé d'apporter des améliorations mais lorsque l'on pose la question si la centrale devait s'arrêter à la suite d'un séisme comme cela a été le cas au Japon, il faut reconnaître que même s'il n'y a pas de fuites, il y a quand même des parties de l'installation qui sont endommagées et ça, il faut le reconnaître.

Pierre LABBE - EDF

Si un séisme du type SMS se produisait on arrêterait d'exploiter parce qu'une centrale nucléaire c'est une usine pour produire de l'électricité, et cela au moins provisoirement. Il y a un îlot nucléaire pour lequel on a des préoccupations de sûreté nucléaire et il y a une partie conventionnelle de l'installation qui n'est pas classée sûreté nucléaire en particulier la sous-station qui relie la centrale au réseau qui elle, et on le sait, est un dispositif très fragile en cas de séismes. C'est d'ailleurs ce qui s'est passé au Japon : la partie conventionnelle était endommagée et il a fallu arrêter l'exploitation de l'usine le temps de réparer. En termes de sûreté nucléaire, l'installation n'a pas de souci mais en tant qu'exploitant, cela représente une grosse perte d'exploitation mais ça, ça ne relève pas de la sûreté nucléaire.

Pierre MOUROUX - Consultant

Au sujet des marges, on voit que dans des projets comme SMART, on a des facteurs 5 par rapport aux résistances de base. Depuis 10 ou 15 ans, on discute de façon globale à ce problème de marges liées à l'aléa sismique et on ne discute jamais des problèmes de marges liées aux structures.

On commence à peine à en parler mai sil faudrait aller plus en profondeur sur ce sujet. Jacques Betbeder-Matibet dans son livre a fait le choix de partir de l'aléa pour arriver jusqu'à la cheminée pour déterminer à chaque étape où se situait les marges et ce qu'il fallait prendre en compte de façon raisonnable au fur et à mesure de la conduite des calculs, de la conception et de l'évaluation. C'est quelque chose que le grand public ne peut pas comprendre.

Pierre LABBE - EDF

Qu'est ce que des marges raisonnables ? SMART est une expérimentation. Il faut analyser ces expériences et en déduire quelque chose. Pour ce qui est de la question de la compréhension du public, aujourd'hui, dans l'industrie nucléaire, on a l'habitude de communiquer sur des niveaux de séisme pour lesquels les installations sont dimensionnées mais il faudrait que petit à petit on s'habitue à communiquer sur des niveaux de séismes pour lesquels les installations sont sûres de façon à intégrer les marges dans notre discours mais c'est compliqué. Il faut y réfléchir mais je pense qu'il faut aller dans cette direction.

Une personne du public

C'est un problème global est ce qu'il ne faudrait pas prendre une partie des marges qui sont utilisées au niveau du nucléaire et les utiliser pour le risque industriel classique. C'est-à-dire que si on regarde sur l'étang de Berre par exemple, les marges pour les industries sont nettement inférieures à ce qui se fait dans le nucléaire alors qu'il y a des risques qui sont peut-être bien plus grand que dans le nucléaire.



TABLE-RONDE

Les axes de prévention du risque sismique sur les installations nucléaires du sud-est de la France

Table ronde animée par Christian KERT, Député des Bouches-du-Rhône et Olivier MARTOCQ.

Avec la participation de :

Laurent ROY, Délégué Territorial de l'ASN Marseille

Bernard MAILLOT, Directeur de l'ASND

Francis GALIZI, Représentant de la CLI de Cadarache

Anne-Marie REME-PIC, Représentante de la CLIGEET Tricastin

Jean-Christophe GARIEL, Adjoint au Directeur de l'Environnement et de l'Intervention de l'IRSN

Christophe MARTIN, Représentant de Geoter International

Maurice HAESSLER, Directeur de la Protection et de la Sûreté Nucléaire au CEA

Frédéric de AGOSTINI, Directeur du site AREVA du Tricastin

Bertrand RIBOULET, Directeur Délégué du CNPE de Tricastin



Olivier MARTOCQ - Animateur

Quand on est député, les CLI sont-elles des sources d'information importantes ?

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Evidemment, c'est l'acte citoyen par excellence, les CLI jouent un rôle très important. Elles peuvent devenir des acteurs de l'acte de prévention en éveillant l'attention sur un certain nombre de points. Par ailleurs, l'inquiétude que témoignent les responsables des CLI peut être un moteur pour les élus et les acteurs de la prévention pour faire avancer les réglementations et mentalités.

Après des débuts difficiles, nous avons aujourd'hui un bon mode de fonctionnement avec les CLI qu'on nous envie, nous avons récemment reçu la demande de parlementaires européens qui souhaitent s'informer sur le fonctionnement des CLI pour éventuellement les transposer dans leur pays.



Francis GALIZI - CLI de Cadarache

La CLI est un organisme qui travaille pour apporter de l'information à la population qui provient de l'ASN et de Cadarache. Quelques exemples de communication :

- Dossier sur le risque sismique à Cadarache publié en décembre 2001
- Nouveau numéro du Clic info en 2010 qui paraîtra début avril avec comme sujet majeur la réunion d'aujourd'hui

Nous sommes aujourd'hui également très satisfaits du fonctionnement et des informations fournies par l'ASN et aussi par Cadarache.

La CLI fait l'interface avec la population en termes d'information ce qui représente un travail considérable. Depuis 2006, le cadre législatif a évolué pour donner vie aux CLI.



C'est le rôle de la CLI de veiller à la bonne circulation de l'information à la population mais lors du problème de l'ATPU en octobre dernier, l'exploitant n'a pas informé la CLI en temps réel, il y a donc eu un délai de 48h pour l'information à la population.

Anne-Marie REME-PIC - CLIGEET Tricastin

Le Conseil Général est basé à Montélimar, au nord nous avons Cruas et au sud Tricastin.

Les membres de la CLIGEET sont très concernés par la sécurité et par la taxe professionnelle perçue par EDF.

La CLIGEET existe depuis 1981 et est une des premières CLI créée en France. Par la suite, une modification de la loi a amené à la création de la CLI nouvelle formule en juillet 2009.

Depuis 2008 et l'affaire de la SOCATRI, les réunions sont publiques (les journalistes invités ; ils peuvent venir mais ne peuvent pas intervenir).

Dans les sujets abordés lors des CLI, ce sont principalement les problèmes de fuite qui sont abordés plutôt que les problèmes liés à un risque sismique. Nous travaillons en permanence sur la rapidité de circulation de l'information avec les exploitants

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Il y a un problème majeur vis-à-vis de la transparence : La loi doit-elle prévoir un système d'information obligatoire ?



Anne-Marie REME-PIC - CLIGEET Tricastin

Nous sommes dans un département où il y a une certaine acceptabilité du risque. Les japonais sont même venus visiter la CLI pour voir s'il était possible de transposer le principe d'une CLI dans leur pays

La CLI a aujourd'hui acquis l'estime de la population notamment grâce aux nombreuses actions d'information entreprises :

- Etude sur la nappe phréatique du Tricastin (groupe de travail, laboratoire CRIRADE) et éléments rendus publics en réunion de CLI
- Risque cancer (est-ce qu'il y a plus de cancer dans le périmètre de la centrale ou dans les 4 départements autour que dans la France entière) et présentation des résultats publics en CLI mi 2010.

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Les résultats de ces études sont ensuite envoyés au Ministère de la Santé par la CLI et si les résultats sont inquiétants, les pouvoirs publics prennent alors en main le dossier pour l'instruire et prendre une décision vis-à-vis de la situation. Il y a maintenant un réel suivi.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

En dehors de la presse, qu'en est-il de la population ? Y a-t-il une attente ?

Francis GALIZI - CLI de Cadarache

La CLI de Cadarache en est à sa 3^{ème} ou 4^{ème} réunion publique depuis sa création et on s'aperçoit qu'elles sont plus ou moins fréquentées.

Anne-Marie REME-PIC - CLIGEET Tricastin

Dans les CLI, on trouve des représentants d'association, des élus locaux, des représentants de corps constitués, des laboratoires soit un panel assez riche mais il s'agit de citoyens déjà sensibilisés même si ce ne sont pas des grands experts. La CLI représente un maillon important entre les experts et leur langage compliqué et le quidam. Ce maillon là est indispensable pour jauger l'information : il faut vulgariser sans trop simplifier.

La réunion d'aujourd'hui est un parfait exemple de ce qu'il faut faire pour communiquer et informer le public.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Nous n'avons aucun moyen de contrôler les informations données par les experts puisque ni les journalistes, ni la population n'est expert dans ce domaine. Y a-t-il une seule vérité ou une seule certitude ?



Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

C'est pour cela qu'il y a un office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Un député qui n'est pas sensibilisé au sujet ne peut pas comprendre. On essaie donc de se spécialiser mais le politique ne peut se transformer en expert et inversement. C'est là toute la difficulté.

L'OPECST est constitué de députés et de sénateurs structure et a été créée pour absorber l'information, l'étudier et la transmettre en termes politiques c'est à dire en termes de volonté.

Anne-Marie REME-PIC - CLIGEET Tricastin

La CLI joue le rôle de courroie de transmission dans les deux sens : de l'ASN et des exploitants vers la population et inversement. Ce système permet de faire remonter quels sont les risques que les populations sont prêtes à courir sur leurs territoires.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Christophe Martin de Geoter International, vous représentez l'expertise privée. Qui fait appel à vous ?



Christophe MARTIN, Geoter International

Principalement les exploitants français ou étrangers voire les autorités de contrôle dans certains cas.

Cette expertise est intéressante parce que :

- elle est indépendante (des exploitants et des autorités de sureté)
- les marchés n'étant pas concentrés au niveau national, nous avons une expérience étrangère par laquelle nous sommes confrontés à des règlements et des contextes sismiques différents.

Il faut noter une évolution ces dernières années avec l'émergence de définition de critères un peu plus explicites de risques. Par ailleurs, il y a énormément de retours d'expérience à tirer par rapport à ce qui se passent à l'étranger.

Les exploitants sont très rassurants mais on sait que le risque zéro n'existe pas et d'un autre côté il y a les interrogations du public.

Si on regarde les implantations géographiques des installations nucléaires décidées il y a longtemps, il faut voir qu'elles sont situées dans des zones près des grands fleuves et distribuées de façon à alimenter les différentes régions françaises de manière uniforme. Et si on regarde une carte de l'aléa sismique la vallée du Rhône n'est pas la zone la plus active du territoire.

Sur le problème de risque et pour faire le lien entre les interrogations du public et le nucléaire : les approches menées aujourd'hui en termes de quantification des risques (évalué par une chance ou une certaine malchance qu'on observe une défaillance et qu'elle ait une conséquence sur l'environnement et les populations), les pratiques les plus récentes tendent à aller vers une quantification de ces défaillances.

Ce serait intéressant que la réglementation fixe des critères d'acceptabilité qui sont très intéressantes en termes de compréhension pour le public qui pourra alors les relativiser avec des chances ou malchances qu'ils connaissent (exemple : prendre sa voiture et risquer de ne pas rentrer le soir)

On peut regretter que compte tenu de ces évolutions, la réglementation qui va prochainement sortir et qui va être fondé sur des niveaux forfaitaires déterministes, par ailleurs assez discutables, ne permettra pas cette quantification des risques.

Un autre regret, concerne le nouveau zonage sur lequel est basée cette réglementation, nouveau zonage établi grâce à des études techniques réalisées début 2000 avec des réglementations qui n'ont toujours pas évoluées aujourd'hui.

Il faut également prendre en compte dans l'évolution réglementaire l'évolution des connaissances ainsi que le retour d'expérience international.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

La réglementation passe-t-elle par un décret ou par une loi ?



Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

La nouvelle réglementation au sein du comité de prévention des risques majeurs devrait sortir d'ici l'été. Cela fait longtemps que nous l'attendons mais il faut prendre en compte les évolutions au fur et à mesure et donc faire des corrections.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Peut-on faire un comparatif sur le risque comme entre l'avion et la voiture pour le risque sismique sur les installations nucléaires ?

Christophe MARTIN, Geoter International

La probabilité de défaillance est relativement faible sur ces installations. En France, nous avons une approche déterministe, il n'y a donc pas de probabilité.

.....

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Etes-vous souvent sollicités par des élus inquiets par une installation sur leurs territoires et sur l'aléa sismique ?

Christophe MARTIN, Geoter International

Très peu sauf dans des cas concrets où il y a une volonté d'intervenir sur une structure particulière mais pour tout ce qui concerne les demandes d'informations, ils se tournent plutôt vers les structures d'autorité.

.....

Henri MAUBERT - CEA Cadarache

Pour revenir sur le fait que la diffusion de l'information à la CLI aurait été lente au moment du dernier incident, quand il y a un incident, une déclaration d'incidence part en même temps à l'ASN et à la CLI. Ce qui est peut être difficile pour les CLI, c'est de la décoder l'information reçue. Quand il y a un événement de niveau 1 sur l'échelle INES par exemple, la communication qui est faite est un cours communiqué de presse.

Au CEA de Cadarache, on travaille sur un système d'information à destination de la CLI et des élus sur la base de répondeurs téléphoniques et sur des contacts directs par téléphone.

Olivier MARTOCQ - Animateur

D'accord, mais si 48h se sont écoulées entre la découverte de l'incident et la communication, c'est là que se situe le problème.

Henri MAUBERT - CEA Cadarache

Entre le moment où on découvre un événement dans une installation et le moment où il nous est possible de communiquer dessus, nous devons nous faire une idée claire de la situation, l'analyser et la comprendre afin de pouvoir communiquer au mieux. Lorsque nous communiquons sur un incident, on apporte un grand nombre d'informations mais sans les outils et les connaissances pour les décoder. C'est une chose sur laquelle nous travaillons actuellement au centre et d'ailleurs, pour ceux qui le souhaitent, vous pouvez venir au centre afin de vous sensibiliser et de découvrir le site.

Frédéric DE AGOSTINI - AREVA de Tricastin

Effectivement, par rapport à l'incident de juillet 2008, il y a eu un problème de communication avec un délai trop long. Le problème est que ce sont des techniciens qui rédigent ces communications et lorsque nous considérons que l'événement n'a pas d'impact sanitaire ou sur l'environnement, on considère que tout le monde est au même niveau d'information et que les explications sont suffisamment claires. Il faut donc que nous fassions un effort de vulgarisation car l'exigence du public en termes d'information a augmenté ces dernières années.

Donc il faut faire un effort de vulgarisation et l'exigence du public a augmenté ces dernières années et il faut se mettre à la place des gens pour leur expliquer ce qui se passe clairement.

Lorsque je suis informé d'un événement en tant que directeur de site mais que je n'ai aucune information sur la nature de l'incident, c'est inutile de contacter la CLI ou la Préfecture sans savoir s'il s'agit d'un vrai problème ou non. Le mode de fonctionnement aujourd'hui c'est de prendre un minimum de recul (2h, 3h) pour analyser la situation et avoir une information synthétique et ensuite de pouvoir appeler la CLI, le préfet de la Drôme, du



Vaucluse et le maire de la Commune où se situe l'événement. C'est uniquement de cette manière que nous sommes capables de les rassurer si nécessaire.

.....

Michel BALMAIN - Ingénieur / Chercheur EDF

EDF réalise déjà des études probabilistes sur les composants internes de la centrale et pour des aléas par rapport à des agressions internes (incendie sur plusieurs locaux par exemple) nous adoptons des centaines de scénarii. Quelle la position de l'ASN sur l'intégration de ces démarches par rapport à l'aléa sismique ?

Jean-Christophe NIEL - ASN

La démarche de l'ASN est en premier lieu **déterministe** quelque soit les sujets et depuis pas mal d'années les approches probabilistes se développent et nous les considérons comme des apports tout à fait important à la démonstration de sureté mais comme un **éclairage de l'approche déterministe**.

On considère aujourd'hui que l'approche déterministe ne permet certes pas de probabiliser mais est construite avec des sécurités importantes.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Est-ce que vous avez l'impression que la France prend aujourd'hui les mesures suffisantes par rapport à ce risque sismique ?

Maurice HAESSLER - CEA Cadarache

Le CEA est à la fois un organisme de recherche et un exploitant nucléaire.

Nous sommes en cours de mise en service d'installations nouvelles en remplacement d'installations anciennes ce qui atteste de l'effort qui est fait (plusieurs centaines de millions d'euros investis en 2010/2011).

En termes de communication, il est important de noter qu'il y a un écart très important entre le discours technique de l'exploitant et la compréhension du public au sujet de l'aléa. Aujourd'hui, les exploitants et les experts ont trouvé les mots pour expliquer les marges qui sont en place et où elles sont placées et pour les quantifier à la population. La communication s'est nettement améliorée.

La question qui se pose au niveau de la réglementation est : En fait-on assez ? Du point de vue du risque sismique pour les exploitants, la réglementation est en place depuis 2001 et nous sommes en train de la mettre en œuvre systématiquement et cela sur une période de 10 ans.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Sur Cadarache, certaines installations devraient être renouvelées ou fermées et vous ne le faites pas. Pourriez-vous nous expliquer pourquoi ?

Maurice HAESSLER - CEA Cadarache

Par rapport à la fermeture de traitement de plutonium, avant cette décision, le dimensionnement des installations existait déjà mais basé sur les anciennes normes. Donc si il y a un séisme demain, on ne part pas de 0, c'est juste que les marges sont maintenant plus élevées et l'installation ne correspond plus aux nouvelles normes et c'est donc pour cela qu'il y a eu une décision de fermeture. En plus, entre le moment où la décision de fermeture est prise et le moment où la fermeture intervient concrètement, il se passe toujours un peu de temps, ce qui ne représente pas un gros danger vu que les études mettent en évidence que les impacts en cas de séisme restent très inférieurs au 10^{ème} de millicivert ou au 10^{ème} de millicivert.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Est-il possible de rentrer au CEA de Cadarache en tant que parlementaire ?

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Oui très facile et ils sont d'ailleurs obligé légalement de me laisser rentrer.

.....



Louis GENTY - Association VIE

La circulation de l'information par rapport aux CLI est-elle à sens unique ?

Francis GALIZI - CLI de Cadarache

L'information ne circule que dans un sens : la CLI informe le public. Par ailleurs, c'est un organisme entièrement indépendant même si membre nommé par le Conseil Général.

Anne-Marie REME-PIC - CLIGEET

Les CLI ne sont pas toujours des réunions tranquilles. Les informations qui arrivent aux CLI proviennent de diverses sources (exploitants, sous traitants, ASN...) et les questions abordées peuvent être très pointues techniquement mais aussi très « terre à terre » concernant tous les citoyens comme par exemple la contamination de la nappe phréatique de Tricastin.

Frédéric DE AGOSTINI - AREVA de Tricastin

Pour rappel, le site d'AREVA Tricastin représente 650 hectares et le CNPE du Tricastin a été construit en même temps qu'Eurodif Tricastin qui alimente le site d'AREVA.

Nous sommes parties prenantes des réunions de CLIGEET.

Un des sujets abordés lors de la dernière CLIGEET : le marquage en uranium de la nappe phréatique située au sud du Tricastin. Pour déterminer l'origine de ce marquage, l'IRSN mène actuellement une étude sur 3 hypothèses de sources de contamination :

- liée aux activités d'AREVA Tricastin
- liée à la structure géologique (avec le BRGM) chargé en uranium naturel
- liée à des activités qui se sont déroulées dans le passé et qui peuvent être une réponse

Un autre sujet présenté lors de la dernière CLIGEET : l'impact des activités du Tricastin sur son environnement de manière large. Avec des mesures dans l'environnement air, eau vase poissons, végétaux... Le résultat est qu'il n'y a pas d'impact et le seul point qui est ressorti de cette étude c'est la pollution en PCB dans l'eau à proximité du site pour laquelle nous avons tout de suite alerté les autorités.

Olivier MARTOCQ - Animateur

Qu'est ce qui est fait sur les effets de site ?

Bertrand RIBOULET - EDF

Sur Tricastin, EDF a 4 unités de production qui produisent 23 milliards de KW/h soit l'équivalent de la consommation de la région PACA.

Notre priorité première n'est pas la production d'électricité mais la sûreté nucléaire c'est-à-dire qu'aucune matière nucléaire ne sorte dans l'environnement et qu'elle reste dans les circuits prévus par les concepteurs.

Par rapport aux effets de site, nous avons pris le même séisme de référence que pour George Besse 2. Pour notre part, nous ne nous focalisons pas sur l'aléa mais plutôt sur les conséquences que peut avoir un séisme sur l'installation.

Nos équipes d'opérateurs sont formées à tous types d'accidents et d'incidents quel qu'en soit la cause et notamment un séisme. Le taux de formation est très important pour les opérateurs : 4 à 5 semaines par an.

Olivier MARTOCQ - Animateur

Si un incident minime survient au sein d'une installation est-ce que l'information reste en interne ou est-ce que vous la communiquez systématiquement ?

Bertrand RIBOULET - EDF

Les événements significatifs sont étalonnés en fonction d'un classement validé par l'ASN.

EDF, comme AREVA, travaille avec la CLI au sein du bureau, c'est-à-dire que nous sommes invités à la CLIGEET et que nous n'en sommes pas membres, sur le niveau de détails, le seuil d'informations et la vulgarisation des informations transmises.

Grâce à la connaissance des besoins précis des élus et des associations en termes d'information, nous avons maintenant un niveau de message bien calé en cas d'incident. Si l'incident est classé niveau 1 sur échelle INES,



nous appelons immédiatement l'ASN, la Préfecture et la secrétaire de la CLI. Après nous disposons d'un délai de 2 mois pour analyser l'incident et faire un rapport qui sera ensuite remis à l'ASN

Laurent ROY - ASN Marseille

Le but est d'être dans une démarche d'amélioration continue sur l'existant et sur la transparence.

Les exploitants ont une obligation de déclaration rapide des événements.

Dans le cas de l'ATPU, c'est un retard de déclaration qui a fait qu'aujourd'hui ils sont soumis à une procédure judiciaire. Quand l'Autorité à l'impression que l'exploitant n'a pas donné l'information dans des délais suffisamment brefs elle a un pouvoir de coercition qui peut aller jusqu'au pénal : **l'information est un devoir et non pas une option pour l'exploitant.**

Par ailleurs, nous sommes très attachés à la pluralité de l'expertise. Un bon exemple est le cofinancement d'études menées par la CRIRAD.

.....

Louis GENTY - Association VIE

Quand est ce que le citoyen sera pris en considération comme ses représentants et pourra avoir une information instantanée ?

Bertrand RIBOULET - EDF

En cas d'incidents, les maires des communes avoisinantes sont prévenus. En plus, ce n'est pas qu'en situation de crise ou d'événements que nous communiquons. Nous communiquons beaucoup auprès des élus pour leurs expliquer le fonctionnement, etc. mais il faut doser le niveau d'information : les personnes d'astreinte ou de garde jugent de l'importance de l'événement et donc des suites à donner en termes de communication : faut-il réveiller les autorités et représentants des CLI au milieu de la nuit ou le niveau de l'incident est tel que l'on peut attendre le lendemain matin pour prévenir les personnes compétentes.

Par ailleurs, nous avons intégré les journalistes locaux dans la boucle de la communication lors d'un événement

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

On parle d'approche déterministe et probabiliste ? Qu'est ce que ça veut dire clairement ?

Jean-Christophe GARIEL - IRSN

Clairement en France nous sommes dans une démarche déterministe

La démarche réglementaire a évolué : en 1981 : les Règles Fondamentales de Sécurité (RFS) étaient déterministes, 20 plus tard, les RFS sont toujours déterministes mais avec une amélioration amenée par la prise en compte des paléoséismes et des effets de sites 2D et 3D qui représente une avancée majeure.

Cela fait plus de 20 ans que le débat entre l'approche déterministe et probabiliste existe, la grande tendance internationale est l'approche probabiliste.

Notre position aujourd'hui est que ces deux approches ne doivent pas être opposées mais complémentaires car la démarche probabiliste permet notamment de prendre en compte assez facilement les incertitudes et de les propager. Cela ne veut pas dire qu'avec notre approche déterministe nous ne sommes pas capables de prendre en compte les incertitudes et c'est un gros effort que nous sommes en train de mener à l'IRSN dans la mesure où on s'interroge sur la notion de marges.

La marge sur le dimensionnement (évoquée par Pierre Labbé) pour les structures est assez facile : on prend un bâtiment, on le secoue et on obtient des marges ; dans le domaine de l'aléa ce type de raisonnement n'est pas possible.

L'effort sur lequel nous devons nous focaliser est l'évaluation de l'ensemble des incertitudes sur la chaîne d'évaluation de l'aléa sismique pour évaluer les marges qui sont prises et ainsi nous permettre de savoir si le fait de majorer de 0.5 le SMHV est suffisant.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

A l'assemblée nationale, de nombreuses lois sont votées mais y a-t-il des lois qui traitent de ces thèmes ? Dans ces domaines, y a-t-il des lois cadres pour faire évoluer le système ?

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur



Le but de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques dont je fais partie, est de préparer soit des décisions du gouvernement, soit des décisions parlementaire et de préparer des lois sur des sujets scientifiques et technologiques dont la thématique de cette journée fait partie.

.....

Olivier MARTOCQ - Animateur

Il n'y a pas eu pour le moment d'exercices de crise grandeur nature lié au risque sismique et aux installations nucléaires. Même si cet été lors de la commémoration 2 exercices ont été réalisés, il n'y avait pas de lien avec la proximité d'un site nucléaire. La réalisation d'un tel exercice est-il à l'ordre du jour ?

Laurent ROY - ASN Marseille

En plus des exercices réalisés dans le cadre de la commémoration l'année dernière, des exercices avaient été mis en place en 2006 et 2007 dans le nord des Bouches-du-Rhône amis encore une fois uniquement sur le risque sismique. L'ASN vient donc de proposer au Préfet Bouches-du-Rhône l'organisation d'un exercice sur la prise en compte du risque sismique autour de Cadarache donc avec la prise en compte du risque nucléaire.

Le fait de préparer la crise par des exercices est indispensable et fait partie intégrante de notre stratégie de réponse. Ce n'est pas tout de préparer les installations, il faut aussi être prêt à faire face à une crise éventuelle.

.....

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Est-ce qu'il existe une architecture propre aux bâtiments nucléaires ?

Pierre LABBE - EDF

Les bâtiments nucléaires ne laissent pas beaucoup de place à l'imagination des architectes. Ils interviennent plutôt sur l'intégration des installations au site plus que sur les bâtiments eux-mêmes. La conception est plutôt un travail d'ingénieurs.

Robert ROQUEBLAVE - Architecte

La conception est un travail d'ingénieur mais avec une pensée d'architecte : l'architecte conçoit en partenariat avec une équipe d'ingénieur.

Par ailleurs, il faut se rendre compte que la population a une très faible connaissance en termes de construction de bâtiments nucléaires et de risque sismique. Il y a un réel travail d'instruction à faire sur ce sujet pour que tout le monde soit en mesure d'avoir les réponses aux questions qu'il se pose.

Enfin, je remarque qu'il y a un écart significatif entre l'assistance de cette journée et les personnes que je peux croiser sur les chantiers dans le cadre de mon travail. Il y a un gros travail à faire pour réduire cet écart entre le niveau de réflexion que l'on a aujourd'hui et le niveau de connaissance des gens.

Milan ZAZCEK - Architecture spécialisé dans le parasismique

L'architecture parasismique s'intéresse à ce que la configuration de la structure soit « favorable » en cas d'incident c'est-à-dire qu'elle travaille sur l'aspect mécanique de l'architecture. Il me paraît donc souhaitable que tous les architectes soient formés au parasismique puisque ce sont eux qui conçoivent l'architecture du côté esthétique et mécanique.

.....

Christian KERT - Député des Bouches-du-Rhône et animateur

Qu'en est-il du nucléaire Défense et des liens avec la population ?

Bernard MAILLOT - ASND

La démarche est similaire à celle d'une installation nucléaire civile avec des Commissions d'Information en place auprès des 17 installations des bases secrètes et bientôt, on pourra avoir accès à l'ensemble des rapports.

En termes de nucléaire Défense, nous pouvons communiquer sur beaucoup de sujet et en particulier sur les conséquences sur l'environnement immédiat, sur la santé du public... mais quelques points doivent être préservés dont la connaissance doit être préservée.

Olivier MARTOCQ - Animateur

En conclusion, on peut dire qu'un gros travail sur la communication a été fait mais qu'une transparence encore plus grande est souhaitable.



BILAN



« Le risque sismique et les installations nucléaires dans le sud-est de la France »

Bilan de l'étude de satisfaction réalisée auprès des 202 personnes présentes

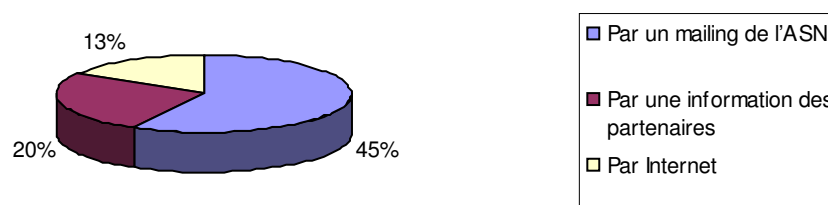
Nombre de répondants : 118, soit 58%

Ce bilan présente les résultats de l'étude de satisfaction réalisée auprès des personnes présentes et donne également quelques pistes pour permettre à l'ASN de poursuivre sa mission d'information notamment auprès du grand public.

1/ Participation à la journée

53% des participants sont venus en priorité pour être mieux informé sur la thématique et 22% pour avoir des réponses à certaines questions/préoccupations. Les autres participants se sont inscrits en priorité pour présenter leur structure (9%) et pour rencontrer certains des intervenants (16%)

Moyens par lesquels les participants ont connus cette journée



2/ Perception sur la journée

100% des répondants sont plutôt satisfaits du programme de la journée, dont 60% sont très satisfaits.

Commentaire : certains auraient souhaité disposer de plus de temps pour aborder d'autres sujets ou des thématiques absentes (les répliques, le nucléaire médical...).

100% des répondants sont plutôt satisfaits des interventions, dont 52% sont très satisfaits.

Commentaire : certains ont formulé des remarques sur l'aspect trop technique des interventions, notamment pour le grand public même si un travail de vulgarisation a été remarqué.

95% des répondants sont plutôt satisfaits des échanges avec les autres participants, dont 32% sont très satisfaits.

Commentaire : ces échanges ont été favorisés par les pauses et le cocktail déjeunatoire, même si plusieurs ont souligné l'exiguïté des lieux.

96% sont plutôt satisfaits de l'organisation logistique, dont 65% sont très satisfaits.

Commentaire : la plupart estiment qu'il y a eu une bonne gestion des 2 espaces de conférence pour la matinée, même si certains déplorent que les salles aient été trop petites pour accueillir toutes les personnes qui souhaitaient assister à cette journée.

Il est à noter que les **présentations qui ont le plus marquées les participants sont celles de la matinée** avec un fort intérêt pour la connaissance du phénomène et détermination de l'aléa sismique et les missions et les actions de l'ASN et de l'ASND mais aussi les présentations des exploitants (EDF, AREVA et CEA).

L'ensemble des répondants estiment que la forme de cette journée était adaptée pour dialoguer avec le public même si une grande majorité regrettent que les temps d'échanges avec le public n'aient pas été assez longs.



3/ Etat des connaissances

Bien que 90% des répondants affirmaient connaître l'ASN avant cette journée, 45% de ces mêmes répondants reconnaissent qu'elle leur a permis d'améliorer leur connaissance sur l'ASN et ses champs d'action.

Commentaire : ont notamment été cités, le rôle de l'ASN dans la communication avec le grand public, son statut d'institution indépendante, les procédures de contrôles mises en place et la différence entre le nucléaire civil et défense.

Pour 97% des personnes interrogées, cette journée leur a permis d'avoir une vision claire du rôle des différents acteurs du nucléaire en matière de prévention du risque sismique.

**96% des personnes se sentent mieux informées sur le sujet après cette journée.
Le niveau de connaissance sur le sujet est passé de 5,3/10 à 7,5/10.**

4/ Thématiques n'ayant pas pu être abordées

Cette liste a été construite à partir des réponses issues du questionnaire de satisfaction mais aussi à partir des thèmes d'intérêt recueillis lors de l'inscription des participants et n'ayant pas pu être intégrés en amont dans le programme de la journée.

Centrales nucléaires

- Renforcement des centrales : solutions techniques
- ITER : impact de son installation sur le site de Cadarache par rapport aux installations déjà existantes
- Qualité : inspection, contrôle et surveillance
- Dégradation du confinement en cas d'un séisme et impact radiologique
- Anciennes installations : cas de Marcoule, démantèlement
- Durée de vie des centrales

Séisme

- Risque sismique dans les industries chimiques et les raffineries
- Conséquences réelles d'un séisme sur un site comme Cadarache
- Règles parasismiques en général et surtout en matière de construction
- Gestion de crise en cas de séisme
- Pluralité des lignes de défense vis-à-vis d'un séisme
- Vallée du Rhône : grandes dates, grands mouvements, grandes failles
- Risques sismiques en PACA : détails sur les aspects techniques

Au niveau international

- Etat des lieux à l'étranger
- Faire un état des lieux des méthodes et des réglementations des différents pays

Autres

- Autres utilisations du nucléaire en PACA : industrielles, médicales, de défense, etc.
- Radioprotection et métrologie
- Expertise en PACA
- Risque sismique sur les ouvrages industriels
- Evolution de la réglementation



5/ Perspectives pour l'ASN

Il en ressort que les répondants aimeraient participer à des débats publics concernant :

- Rejets et impact, gestion et traitement des déchets, pollution
- Prévention du risque nucléaire en général : risque classiques pour une installation nucléaire, accidents, autres risques naturels (neige, foudre, incendie, FOH...), risque terroriste, d'explosion et malveillance, dispositions pour éviter les accidents du passé, amélioration de la sûreté dans les installations en construction
- Radioprotection
- ITER
- Nucléaire médical
- INB : suivi dans leur fonctionnement quotidien, visites décennales
- Défense des dossiers devant l'ASN et l'ASND vis-à-vis du citoyen
- Durée de vie des centrales nucléaires et vieillissement des réacteurs
- Enjeux sociaux, privatisation des principaux acteurs du secteur et sûreté nucléaire
- IRSN et son niveau d'expertise
- Transport des matières nucléaires
- Evaluation plus précise du risque nucléaire en termes de coûts et de conséquences

Enfin, la quasi-totalité des personnes ayant répondu (90%) souhaite être informée des actions futures menées par l'ASN et ses partenaires. En effet, ces personnes pensent que l'ASN pourraient prendre des initiatives dans les prochains mois comme **continuer à diffuser l'information au grand public** notamment **au travers du milieu scolaire, les municipalités** (bulletin mensuel communal) **et les collectivités** ou **en éditant un numéro spécial sur les contrôles**.

De plus, selon elles, il faudrait **reconduire cette manifestation dans d'autres villes concernées par les risques sismiques** sous 2 formes :

- organiser une **journée d'information « simplifiée »** pour atteindre un public moins spécialiste et
- organiser une **journée plus technique** destinée seulement aux **professionnels**.



REVUE DE PRESSE

PRESSE ECRITE

la Marseillaise

10 | **Marseille**
Société



Plus de 200 participants, hier au World Trade Center de Marseille, pour la conférence - débat sur les installations nucléaires et le risque sismique.

Séisme. L'Autorité de sûreté nucléaire ouvre le débat sur le risque sismique et les anticipations sécuritaires.

Entre faille et doute, Cadarache se renforce

La « présence mythique et redoutée » du centre de Cadarache dans le voisinage d'une faille sismique - suivant le mot du député Christian Kert - est une préoccupation certaine des pouvoirs publics qui n'ont pas attendu le drame d'Haiti pour s'en saisir. Pour preuve l'arrêt définitif en 2003 de l'Atelier de technologie du plutonium, puis de Pégase et du Laboratoire de purification chimique, 3 des 21 installations nucléaires de base de Cadarache jugées vulnérables au risque sismique.

Le succès de la conférence débat - plus de 200 participants - organisée hier au World Trade Center de Marseille sur le thème « Installations nucléaires et risque sismique » par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) souligne la forte sensibilité de l'opinion régionale, déjà palpable pour le centenaire du tremblement de terre de Lambesc du 27 juin 1909 (46 morts et 200 blessés).

« Là où la terre a tremblé, elle tremblera de nouveau »
« Le risque sismique est réel en Provence. Le séisme de L'Aquila en Italie d'avril dernier nous a inquiétés car c'est ce qu'on peut attendre sur le Sud-Est », ne cache pas Gislaine Verhies-Leblanc, spécialiste du sujet à l'ASN Marseille. « Là où la terre a tremblé, elle tremblera de nouveau. Les failles se rechargent et le risque peut être considérable si on n'en tient pas compte », confirme le chercheur Olivier Bellier de l'Université Paul-Cézanne, passionné par la faille de la Trévaresse - entre Venelles et Saint-Cannat - celle dont le craquement a provoqué la catastrophe de 1909.

Les trois stations de mesures à

l'écoute de la faille de Moyenne Durance (de Château-Arnoux à Pertuis) ont enregistré 155 séismes de magnitude 1 à 3 entre 1999 et 2006. Une faille certes très lente (0,06 mm par an) mais « une des plus actives en France métropolitaine ces derniers siècles », estime Gilbert Guilhem, expert à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. « L'anticipation est fondamentale sur les sites nucléaires. On vise un comportement élastique de la structure. L'objectif est le non-effondrement et le confinement des ma-

Une parade : l'arrêt d'urgence

Le séisme de Manosque de 1708 (magn. 7) est la référence historique locale « la plus pénalisante ». Suivant la stratégie de « défense en profondeur » - le scénario du pire - le CEA rajoute une marge de sécurité pour toutes nouvelles constructions. « C'est sur table vibrante que le comportement à une torsion des tuyauteries, galeries, postes de commandes, ponts levants est testé », explique Ionanis Politopoulos, ingénieur à Saclay. Des bandes de fibre de carbone ceinturent maintenant Leca-Star, Lefca et Cabri. L'ancrage des cuves d'effluents radioactifs d'Agate a aussi été renforcé. Les réacteurs de Cadarache sont équipés d'un dispositif de mise en sécurité automatique. Celui de Cabri se mettrait en arrêt d'urgence s'il détectait par capteurs les premières ondes magnétiques, celles qui précèdent celles d'une seule seconde la vague d'ondes destructrices.

D.C.

tières », souligne Gislaine Verhies-Leblanc.

La communauté scientifique a tiré les leçons des dégâts et des rejets radioactifs sur la centrale nucléaire de Kashiwazaki au Japon dont la structure a bien résisté au séisme de magnitude 6,8 du 16 juillet 2007 (11 morts, 1 000 blessés). A Cadarache, le réacteur Jules-Horowitz (130 000 tonnes), celui d'Iter (400 000 tonnes) reposeront sur des appuis antisismiques comme sur Star. « Il ne s'agit pas seulement d'émettre des règles mais aussi de les faire respecter. C'est pourquoi l'ASN réalise des inspections pour contrôler sur le terrain les engagements pris par l'exploitant », insiste Laurent Kueny, chef de la division ASN de Marseille.

« Vous êtes bien optimiste »
« La réalité n'est pas aussi bonne qu'on veut le croire. Vous êtes bien optimiste et vous ne dites rien sur l'incertitude qui subsiste dans vos études », doute Monique Sene, vice-présidente de l'association des commissions locales d'information (CLI). « Nos marges sont très importantes et incertaines ne veut pas dire ignorance », lui répond Fabrice Hollender, géophysicien du CEA, pour qui « le génie parasismique mis en œuvre à Cadarache » dépasse de loin les marges garanties pour un « séisme majeur de sécurité » fixé à une magnitude de 5,8. « Et même si un séisme de magnitude 7 arrivait - hypothèse où la faille de Moyenne Durance se cassait sur toute sa longueur - cela ne signifierait pas la ruine des installations anciennes », conclut-il.

DAVID COQUILLE



Commission locale d'information

4 février 2010, à Marseille :
**journée régionale
"Risque sismique et
installations nucléaires"**

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est particulièrement attentive dans sa mission de contrôle des installations nucléaires à la prise en compte des risques externes aux installations, parmi lesquels le risque sismique. Dans le cadre de sa politique de transparence, l'ASN a conduit en 2009 des actions d'information sur ce risque, notamment dans le cadre de la commémoration du centenaire du séisme de Provence. Pour répondre aux souhaits exprimés alors par la presse et le public, l'ASN organise le 4 février 2010 à Marseille (World Trade Center, rue Henri Barbusse, près du Centre Bourse) une journée régionale sur le thème "Risque sismique et installations nucléaires dans le sud-est de la France".

Les objectifs de cette journée sont notamment les suivants :

- présenter le rôle des différents acteurs du nucléaire (exploitants, autorités de contrôle, experts...);
- dresser un bilan du niveau de risque ainsi que des actions menées et à venir sur les sites nucléaires dans le Sud-Est;
- échanger avec le public dans un souci de transparence.

Cette manifestation est placée sous la présidence de Christian Kert, Député des Bouches-du-Rhône, membre de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

>> Pour tous renseignements sur le programme et les modalités d'inscription, consultez le site Internet www.journeesisme-asnmarseille.com.



NUCLÉAIRE ET SÉISMES

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) organise ce 4 février au World Trade Center de Marseille avec plusieurs partenaires (Dreal Paca, IRSN, AFPS, IPGR...) une journée régionale d'information et d'échanges sur la prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires du Sud-Est de la France. Rens. : www.journeesisme-asnmarseille.com/index.html.

La Provence

Le risque sismique passé au crible pour le nucléaire

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'inquiète de la vulnérabilité des sites

Implanter des installations nucléaires dans des zones soumises au risque sismique réclame des précautions particulières. C'est, en substance, ce qu'est venue réaffirmer l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), lors d'une journée d'échanges organisée à Marseille.

Car même si l'Hexagone ne compte pas au nombre des zones les plus exposées aux tremblements de terre à la surface du globe, son quart sud-est figure bel et bien parmi les régions où le risque d'un séisme destructeur n'est pas négligeable. En témoigne la quasi destruction du village de Lambesc le 11 juin 1909, frappée par une secousse de magnitude 6 sur l'échelle ouverte de Richter, à ce jour le plus fort séisme jamais ressenti en France métropolitaine. D'où les précautions particulières pour prendre en compte ce ris-



Dans le quart sud-est, le risque d'un séisme destructeur, avec la menace nucléaire, n'est pas négligeable. / PHOTO BRUNO SOLILARD

que dans la construction et la maintenance des nombreuses installations nucléaires de la région. De Cadarache au Tricastin en passant par Marcoule, le gendarme de l'atome a pour mis-

sion de vérifier que les règles de sûreté sont correctement observées par les différents exploitants (le CEA, EDF, Areva...), parfois amenés à revoir leurs installations pour les rendre moins

vulnérables aux séismes. Notamment à Cadarache, situé à proximité des failles de la moyenne Durance, à l'origine du séisme de Lambesc. Comme l'a rappelé Olivier Bellier, sismologue au Centre européen de recherche et d'enseignement en géoscience de l'environnement (Cerege), une telle secousse n'est susceptible de se produire dans la région que tous les 4000 à 10000 ans, mais il s'agit d'une hypothèse purement statistique.

C'est d'ailleurs parce qu'aucune garantie scientifique ne peut être donnée sur cet intervalle de temps qu'un "plan séisme Paca" a été décidé pour la période 2005/2010. Selon Claire Arnal, chargée de ce plan à la Dreal, quatre chantiers de renforcement et 80 actions de sécurisation ont été conduits à Cadarache dans ce cadre.

Hervé VAUDOTT

"Ce qui ne résisterait pas doit être démantelé"

Jean-Christophe Niel est le directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Si un séisme se produisait demain à Cadarache, quelles conséquences aurait-il sur les installations nucléaires et l'environnement du centre ?

La tenue aujourd'hui exigée pour une installation nucléaire est basée sur l'aléa historique maximum, auquel on rajoute une marge de sécurité en termes de magnitude et d'intensité. Cadarache est donc dimensionnée pour résister à un événement sensi-

blement plus grave que celui de 1909.

L'ensemble des installations du centre répondent donc à ces normes ?

La très grande majorité. Celles qui sont en dessous doivent être renforcées par l'exploitant et, si ce n'est pas possible, arrêtées et démantelées. C'est le cas, par exemple, de l'Atelier de technologie du plutonium, que le CEA est en train de démanteler, faute d'avoir pu apporter la preuve qu'il pouvait être suffisamment renforcé pour résister à un séisme d'ampleur historique.

Les éléments techniques fournis par les exploitants pour juger de la bonne tenue de leurs installations sont-ils toujours fiables ?

Tous les éléments qui nous sont transmis font l'objet d'une expertise sans a priori. Ils sont évalués pour nous par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire et, pour les sujets les plus sensibles, par les groupes permanents d'experts, qui sont totalement indépendants. Il paraît donc difficile que des éléments importants de ces dossiers soient escamotés ou ignorés.

Propos recueillis par H.V.

Les Echos

LE QUOTIDIEN DE L'ECONOMIE

SCIENCES

Quand les sismologues se penchent sur les installations nucléaires

Le séisme d'Haïti a ravivé la peur d'une destruction des installations sensibles. A défaut de pouvoir anticiper, l'industrie nucléaire adapte ses sites en fonction des découvertes scientifiques.

Quelle est la probabilité qu'un séisme détruise une installation nucléaire sur le sol français ? Lors de la première journée d'information sur le sujet, organisée jeudi dernier par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) à Marseille, aucun des scientifiques présents n'en a exclu le risque. Le territoire métropolitain compte 124 installations civiles contenant des matières radioactives, dont une cinquantaine de réacteurs dans 19 centrales en exploitation. Deux au moins sont situées dans une zone sismique connue.

Le Sud-Est en est une. La région a connu plusieurs tremblements de terre importants : notamment à Tricastin en 1873, dans un périmètre proche de la centrale actuelle ; à Lambesc en 1909 et à Manosque en 1708, sur la faille de la moyenne Durance qui fait face au site du futur réacteur Iter.

Les géologues disposent d'une morphologie précise de cette zone sensible, qui compte deux failles principales (moyenne Durance et Trevarresse). « Nous avons calculé que la libération des plus gros segments pourrait provoquer un séisme de magnitude 6,3 à 6,5 », précise Olivier Bellier, chercheur au Cerege (Centre européen de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement). Elles évoluent lentement : de l'ordre de 0,03 millimètre par an. Le temps de recharge entre deux évé-



La centrale de Tricastin, dans la Drôme, est installée dans une zone qui a subi un tremblement de terre important à la fin du XIX^e siècle.

ments est donc très long. « La probabilité qu'un séisme survienne demain est donc faible, mais pas négligeable », complète le chercheur.

Dans leurs calculs de structures, les ingénieurs doivent considérer que la pire des hypothèses peut se produire. Ils en calculent le niveau en se basant sur les séismes passés les plus destructeurs, qu'ils majorent (de 0,5 point en magnitude et 1 point en intensité) et « déplacent » le long de la faille au plus près de la zone étudiée pour en tirer un indice de référence, le « séisme majoré de sécurité ».

Vérification tous les dix ans

Les scientifiques ont en revanche plus de mal à appréhender ce qu'ils appellent les « effets de site », des caractéristiques locales propres à la topographie ou à la composition des sols qui peuvent amplifier le signal sismique sur certaines fréquences. Par exemple, les collines sur lesquelles se

perchent certains villages provençaux font caisse de résonance, expliquant les dégâts considérables du tremblement de terre de Lambesc. « Si la fréquence des sols rejoint celle des structures, même un séisme de faible amplitude cause alors d'importants dégâts », résume Anne-Marie Duval, responsable du service des risques sismiques au Centre d'études techniques de l'équipement Méditerranée.

Or, dans ce domaine d'étude, les connaissances sont encore floues : les effets de site peuvent varier d'un séisme à l'autre et les paramètres des couches profondes des sous-sols sont insuffisamment connus pour permettre la construction de modèles mathématiques fiables. « La réglementation tient compte de ces incertitudes », rassure le directeur général de l'ASN, Jean-Christophe Niel. L'agence passe au crible l'ensemble du parc nucléaire français tous les dix ans pour vérifier la conformité des installations avec

les nouvelles règles tirées de l'évolution des connaissances scientifiques. Le troisième examen de sûreté, conduit au CEA de Cadarache, a par exemple contraint le centre à fermer et à démanteler un atelier de traitement du plutonium et un autre de stockage de matières fissibles devenus non conformes. Chez EDF, les dépenses de prévention consécutives à ces évaluations décennales s'élèvent à 500 millions d'euros, dont 60 millions en R&D et 265 millions pour les travaux de mise en conformité.

Le cas d'une centrale japonaise

L'autre aspect des recherches concerne la vulnérabilité des constructions. Le laboratoire d'études de mécanique sismique du CEA s'est spécialisé dans ce domaine. Il abrite à Saclay la plus imposante table vibrante : un plateau de 6 mètres sur 6 capable d'accueillir des maquettes de 100 tonnes pour l'expérimentation de solutions de construction ou le calcul de déformation de structures. « Notre objectif, explique sa responsable, Catherine Berge-Thierry, est de comprendre les mécanismes de dissipation ou d'absorption de l'énergie pour en déduire des lois de comportement des matériaux. »

La quinzaine d'ingénieurs et de techniciens du laboratoire étudient également les interactions entre le sol et la structure, en se fondant sur l'étude d'un tremblement de terre qui a touché en 2007 la centrale japonaise de Kashiwazaki. Comment le réacteur a-t-il résisté ? Quelles fréquences ont eu le plus d'impact ? La centrale était bourrée de capteurs. Une mine pour les chercheurs.

PAUL MOLGA



TELEVISION



Emission C L'ECO présentée par Yves Blisson

Invités :

- Laurent KUENY - Chef de la division de Marseille de l'Autorité de Sureté Nucléaire
- Jean-Claude MASY - Chef du Service d'Assistance Sureté Sécurité au CEA de Cadarache
- David BEAUMONT - spécialiste de l'évaluation de l'aléa sismique IRSN
- Jean-Claude QUINTALET - CLI / WWF



Au sein de l'ASN, Ghislaine Verrhiest participe, au nom de l'Etat, au contrôle du nucléaire.



Le CEA de Cadarache prend évidemment très au sérieux toute menace sismique



RADIO



Journal de 12h de Mireille Biancotto

Interviews de Monique Sene (ANCLI) et Ghislaine Verrhiest-Leblanc (ASN Marseille)

Durée : 30min



INTERNET

LE FORUM BORDEAUX
26 AVRIL 2010
Des actualités complémentaires
- Du Village Digital et Compagnies
- Les réseaux de la région bordelaise

Dossier de l'échangeur sur le prix et le risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France

Le risque sismique est-il un enjeu de coût ou de sécurité dans les installations nucléaires du sud-est de la France ?

Paku Paku OFFREZ

Labo France

enviscope
Fonctionnel et confortable

Le risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France

Le risque sismique est-il un enjeu de coût ou de sécurité dans les installations nucléaires du sud-est de la France ?

Le risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France

CADARACHE

Bienvenue sur le Centre de Cadarache

Le CEA a ouvert le Centre de Cadarache à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

Focus

Les actualités

CBT Transfert de Risque

Le risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France

Le risque sismique est-il un enjeu de coût ou de sécurité dans les installations nucléaires du sud-est de la France ?

Actualités

Services

ENVIRO2B

Risque sismique - Vigilance autour des installations nucléaires

Le risque sismique est-il un enjeu de coût ou de sécurité dans les installations nucléaires du sud-est de la France ?

Actualités

Services



Un réseau de partenaires mobilisés...



Risque sismique dans les installations nucléaires du SE de la France

Judi 4 février 2010, s'est tenue, au World Trade Center de Marseille, et à l'initiative de la division de Marseille de l'ASN, une journée régionale d'échanges intitulée « Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France : l'ASN ouvre le débat pour faire progresser la sûreté ».



Cet évènement, ouvert au public, aux associations et aux professionnels et dont l'objectif était de présenter la démarche de progrès engagée en matière de connaissance et de prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires, a regroupé plus de 200 participants de tout horizon : exploitants, CLI, scientifiques, associations, chercheurs à l'université. Il est également à noter la présence sur la journée de Christian KERT, député des Bouches du Rhône, du sous-préfet d'Aix en Provence et de plusieurs élus.

Cette journée a été particulièrement riche en contenus. L'ANCLI, l'ASN, l'IRSN et d'autres experts ainsi que les exploitants nucléaires (CEA, AREVA et EDF) des centres de Cadarache et du Tricastin se sont succédés pour exposer les principales attentes, exigences, avancées et perspectives en matière de prise en compte du risque sismique dans la sûreté des installations nucléaires.



Plusieurs échanges avec la salle ont eu lieu tout au long de la journée. La nature des questions posées et la teneur des discussions ont démontré l'intérêt du public sur le sujet, la



pédagogie des interventions réalisées et la nécessité de tels débats pour progresser dans la gestion partagée des risques.

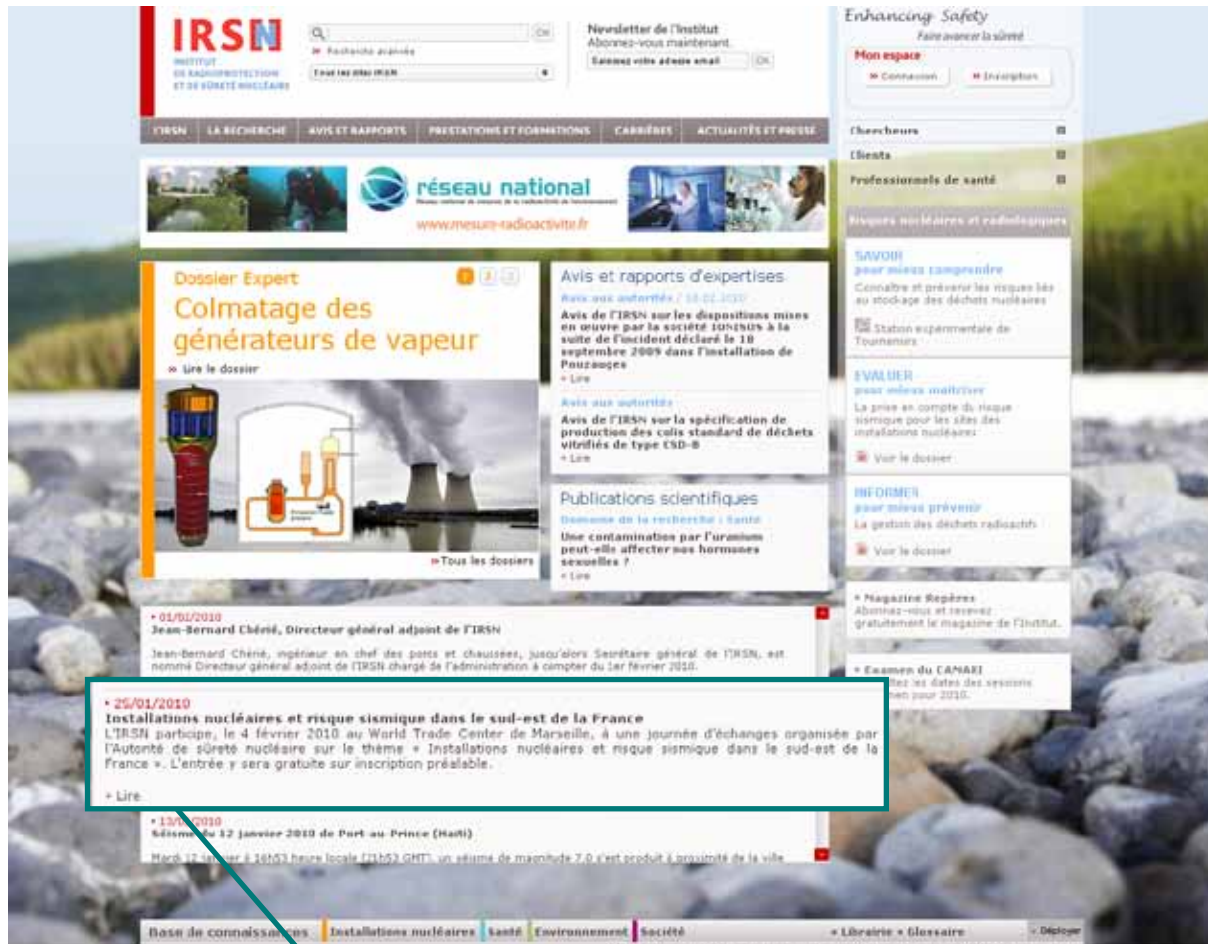
De nombreux journalistes ont participé à cet évènement : l'AFP, La Provence, La Marseillaise, l'AP Epoque (agence de presse locale), Haute Provence, Les Echos, Radio Nostalgie, Radio Dialogue, Sud Info, Radio Suisse Romande, RTBF, Radio Canada, TV7 PROVENCE, la revue professionnelle TPBM.



Cette journée a donné lieu à des interviews de Jean-Christophe Niel, de Laurent Kueny et de Ghislaine Verrhiest-Leblanc, chargée d'affaires à la division de Marseille. Le directeur général de l'ASN a notamment répondu à plusieurs interviews stratégiques, à l'AFP, La Provence et TV7.

Sur le plan technique, une approche mixte combinant approches déterministe et probabiliste est apparue comme une voie d'avenir. Une caractérisation plus précise de l'aléa local (effets de site et effets induits) sur les sites d'implantation d'installations nucléaires, le développement de l'instrumentation, le respect des engagements en matière de réduction de la vulnérabilité et la préparation à une crise sismique sont autant de voies d'amélioration pour les exploitants en matière de management de la sûreté.

La réunion publique s'est achevée par un discours de clôture de Jean-Christophe Niel au cours duquel il a insisté sur la nécessité de poursuivre les efforts de recherche sur le sujet, l'intérêt d'une expertise pluraliste et son souhait du développement de journée d'échanges de ce type sur des domaines divers touchant au nucléaire.



Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France

25/01/2010

Imprimer Archiver Envoyer

La France métropolitaine ne fait pas partie des principales zones sismiques du globe. Le séisme de Provence de 1909 et sa récente commémoration rappellent, néanmoins, à la vigilance sur ce risque, en particulier dans les installations nucléaires du sud-est de la France.

L'IRSN participe, le 4 février 2010 au World Trade Center de Marseille, à une journée d'échanges organisée par l'Autorité de sûreté nucléaire sur le thème « Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France ».

Cette journée animée par Olivier Martocq, journaliste à France Info, a pour objectifs de présenter le rôle des différents acteurs du nucléaire (exploitants nucléaires, autorité, experts,...), de dresser un bilan du niveau de risque ainsi que des actions menées et à venir sur les sites nucléaires implantés dans le sud-est de la France et de permettre l'échange avec le public.

L'entrée à cette journée est gratuite sur inscription préalable.

- Télécharger le programme (document PDF).
- S'inscrire.

Imprimer Archiver Envoyer



D R E @ A L I T É S

L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) ouvre le débat pour faire progresser la sûreté

4 février 2010 : Journée régionale d'échanges Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France

Cet événement, ouvert au public, aux associations et aux professionnels a regroupé plus de 200 participants de tout horizon : exploitants, CLI, scientifiques, associations, chercheurs. L'objectif était de présenter la démarche engagée pour améliorer la connaissance et la prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires. A noter la présence à cette journée de Christian KERT, député des Bouches-du-Rhône, du sous-préfet d'Aix-en-Provence et de plusieurs élus. Cette journée a été riche en contributions d'experts (ANCLI, ASN, IRSN, BRGM, INERIS, CETE Méditerranée, CEREGE, etc) et autres exploitants nucléaires (CEA, AREVA et EDF) des centres de Cadarache et du Tricastin. Ils ont successivement exposé les principales attentes, exigences, avancées et perspectives en matière de prise en compte du risque sismique dans la sûreté des installations nucléaires. Plusieurs échanges avec la salle ont eu lieu tout au long de la journée. Les questions posées et la teneur des discussions ont démontré l'intérêt du public pour le sujet. En clôture de réunion Jean-Christophe Niel directeur général de l'ASN a insisté sur la nécessité de poursuivre les efforts de recherche sur le sujet et a souligné l'intérêt de disposer d'une expertise pluraliste. D'autres journées d'échanges sur le nucléaire seront programmées.

Laurent KIENY, chef de division Marseille ASN



Sur le plan technique

Une approche mixte combinant approches déterministe et probabiliste est apparue comme une voie d'avenir. Une caractérisation plus précise de l'aléa local (effets de site et effet induit) sur les sites d'implantation d'installations nucléaires, le développement de l'instrumentation, le respect des engagements en matière de réduction de la vulnérabilité et la préparation à une crise sismique sont autant de voies d'amélioration pour les exploitants en matière de management de la sûreté.



The screenshot shows the AFPS website with a top navigation bar including 'Accueil', 'Qui sommes-nous', and 'Plan du site'. Below the header, there are several content blocks: 'Séisme en Haïti', 'Missions', 'AFPS', 'Derniers séismes dans le monde (M>5)', 'Galerie', 'Séismes', and 'Derniers séismes en France et à proximité'. A highlighted box at the bottom of the screenshot contains the following text:

4 Fév 2010 Installation nucléaire et risque sismique
 Programme: <http://www.journeesisme-asmarseille.com/#prog>
 Inscription: <http://www.journeesisme-asmarseille.com/#inscription.html>

The document is a technical or administrative report from the 'ANCIENNE FRANÇAISE DE GÉNIE PARASISMIQUE'. It contains several sections with headings in pink and green boxes, such as 'Fonctionnement', 'Missions', and 'Séismes'. The text is dense and appears to be a formal report or a set of guidelines related to seismic engineering and nuclear safety.

Evénements passés

Journée du 4 février 2010 « Installations nucléaires et risque sismique dans le sud-est de la France » : l'ASN ouvre le débat pour faire progresser la sûreté et l'AFPS s'associe à la démarche

Texte rédigé par Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC – vice-présidente de C-GREX

L'Agence de sûreté nucléaire (ASN) a organisé le 4 février 2010 une journée régionale d'échanges sur la prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France, en partenariat avec l'AFPS, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence Alpes Côte d'Azur (DREAL PACA), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), et l'Institut de prévention et de gestion des risques sismiques (IPGR).

Cet événement, ouvert au public, aux associations et aux professionnels et dont l'objectif était de présenter la démarche de progrès engagée en matière de connaissance et de prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires, a regroupé plus de 200 participants de tous horizons : exploitants, Commissions Locales d'Informations (CLI), scientifiques, associations, chercheurs à l'université. Plusieurs membres de l'AFPS étaient présents et sont intervenus. Il est également à noter la présence sur la journée de Christian KERT, député des Bouches du Rhône, du sous-préfet d'Aix en Provence, de plusieurs élus et de nombreux journalistes.

Vous pouvez retrouver le programme de la journée ainsi que l'ensemble des supports de présentation sur le site internet <http://www.journeesisme-asmarseille.org>.



Adhérente
login
password
[mot de passe oublié ?](#)

IPGR
INSTITUT DE PRÉVENTION ET DE GESTION DES RISQUES URBAINS

Actualité | Adhésion | Contact | Forun | Agenda | News

NEWS

- ◆ 4ème édition " Préventica Marseille Méditerranée " - 16 au 18 mars 2010
18022010
Le Congrès / Salon de référence pour la maîtrise des risques et la qualité de vie au travail, au Parc.....
[Lire la suite](#)
- ◆ **Autorité de Sûreté Nucléaire - 04 février 2010**
17 décembre 2009
Dans la continuité des actions menées lors de la commémoration du séisme de Provence en 2009, et en partenariat avec.....
[Lire la suite](#)
- ◆ Les entretiens du Certu - 02 et 03 février 2010
17 décembre 2009
Le MEEDDM Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer en partenariat avec le CNPPT (Centre.....
[Lire la suite](#)
- ◆ 2èmes rencontres nationales risque et secteur public - 13 et 14 mai 2009
14 mai 2009
Parrainées par Michèle Alliot-Marie et Jean-Louis Borloo, l'édnho 2009 (13 et 14 mai - Palais des Congrès de Paris) de.....
[Lire la suite](#)
- ◆ Prix 2009 de la gestion des risques publics - 13 et 14 mai 2009
26042009
Primo France, faisant partie du réseau européen de gestion des risques en organise pour la deuxième fois un.....
[Lire la suite](#)
- ◆ Symposium International de l'Eau à Cannes - 30 juin au 03 juillet 2009
13 mai 2009
1999-2009, 10 ans d'expérience Événement annuel au Palais des Festivals Symposium rassemble chaque année plus de 3 000.....
[Lire la suite](#)



IPGR

NEWS

◆ **Autorité de Sûreté Nucléaire - 04 février 2010**
17 décembre 2009

Dans la continuité des actions menées lors de la commémoration du séisme de Provence en 2009, et en partenariat avec DREAL PACA, IRSN, AFPS et IPGR, l'ASN organise le 04 février 2010 prochain une journée régionale d'échanges sur la prise en compte du risque sismique dans les installations nucléaires du sud-est de la France. Programme détaillé sur <http://www.journeesisme-asnmarseille.com/#prog>. Cette journée a pour objectif de présenter le rôle des différents acteurs du nucléaire, dresser un bilan du niveau de risque ainsi que des actions menées et à venir sur les sites nucléaires implantés dans le sud-est de la France et échanger avec le public pour faire progresser la transparence. Contact : Ghislaine.VERRHIST@asn.fr

[fermer la fenêtre](#)



GLOSSAIRE



Accélération maximale : Pour un site donné, valeur maximale de l'accélération mesurée sur les composantes horizontales de l'accélérogramme en un point donné. Son unité de mesure est le m/s².

Accélération nominale : Valeur d'accélération servant à caler les spectres de réponse dans la réglementation française (aN). Elle n'a pas de signification physique directe. Son unité de mesure est le m/s².

Accélérogramme : Enregistrement par un accéléromètre de l'accélération du sol pendant un séisme.

Accéléromètre : Sismomètre qui mesure les accélérations du sol en fonction du temps.

Affleurement : Lieu où les roches qui forment le sous-sol affleurent à la surface sans être masquées par des formations superficielles de type : éboulis, alluvions, sables éoliens...

Aléa : Événement menaçant ou probabilité d'occurrence, dans une région et au cours d'une période donnée, d'un phénomène pouvant engendrer des dommages.

Anthropique : Terme employé pour tout ce qui est relatif à l'espèce humaine.

Approche déterministe de l'aléa sismique : Détermination des caractéristiques de la secousse sismique maximale plausible en un site (intensité macrosismique, paramètres de mouvements du sol, spectre de réponse...).

Approche probabiliste de l'aléa sismique : Détermination des probabilités de dépassement ou non dépassement en un site et au cours d'une période de référence (probabilités annuelles, par exemple), de valeurs de caractéristiques de l'intensité d'une secousse sismique (intensité macrosismique ou paramètres de mouvements du sol : accélération, vitesse, déplacement).

Asthénosphère : Couche du globe terrestre située sous la lithosphère, c'est la partie du manteau supérieur compris entre 70 à 150 km et 700 km de profondeur. Il s'agit de la partie plastique du manteau supérieur. Du grec asthenos, sans résistance.

Coefficient d'amplification : Coefficient multiplicateur appliqué dans la définition de l'action sismique pour tenir compte de l'effet topographique.

Croûte terrestre : Partie la plus superficielle du globe terrestre. Elle comprend la croûte continentale (épaisse de 30 à 70 km) et la croûte océanique (épaisse de 10 km en moyenne). Elle recouvre le manteau supérieur. La limite entre la base de la croûte et la partie rigide du manteau supérieur correspond au Moho.

Domaine sismotectonique : Le plus souvent délimité par des accidents tectoniques, il correspond à un domaine structural caractérisé par un type de déformation et un niveau de sismicité considéré homogène en tout point.

Échelle de Richter : Echelle de magnitude des séismes, mise au point en 1930 par C.F. Richter. Elle n'a pas, de par sa définition, de limite théorique supérieure, ni inférieure. On estime cependant qu'une valeur limite doit exister. La magnitude des plus forts séismes connus à ce jour ne dépasse pas 9,5 (séisme du Chili en 1960).

Échelle MSK : Ancienne échelle d'intensité des séismes, mise au point en 1964 par Medvedev, Sponheuer et Karnik. L'échelle d'intensité qui est utilisée actuellement en Europe est l'échelle EMS 98 (European Macroseismic Scale 98).

Effet de site : Amplification (cas général) ou atténuation du mouvement du sol, causée par les caractéristiques locales du site (topographie, géologie...).

Effet induit : Grand mouvement du sol ou de l'eau déclenché du fait de la vibration sismique.

Éléments exposés : Population, constructions et ouvrages, milieux naturels exposés à un aléa.

EMS 98 : Classes de vulnérabilité : L'EMS98 (European Macroseismic Scale) classe les bâtiments en 6 niveaux (A, B, C, D, E et F) en fonction de leur vulnérabilité, avec : classe A, la plus vulnérable, à classe F, la moins vulnérable.

EMS 98 : Degrés de dommages : L'EMS98 (European Macroseismic Scale) définit 5 degrés de dommages aux constructions : 1 - dégâts négligeables, 2 - dégâts modérés, 3 - dégâts sensibles à importants, 4 - dégâts très importants, 5 - effondrement partiel ou total.

EMS 98 : Échelle macrosismique : L'EMS98 correspond à une nouvelle échelle d'intensité macrosismique. L'intensité est évaluée en fonction de la répartition qualitative des dommages (de type : quelques, rares, beaucoup) et cela en fonction des différentes classes de vulnérabilité de bâtiments.

Enjeux : La notion d'enjeu recouvre une notion de valeur, ou d'importance, ce sont des éléments exposés caractérisés par une valeur fonctionnelle, financière, économique, sociale et/ou politique.

Épicentre (d'un séisme) : Point de la surface du globe situé à la verticale du foyer d'un séisme.



Faille : Plan de rupture qui divise un volume rocheux en deux compartiments et le long duquel les deux compartiments ont glissé l'un par rapport à l'autre. Les failles peuvent avoir des tailles "continentales" (plus de 1 000 km), jusqu'à des tailles d'ordre décimétrique (visibles dans les carrières ou sur le bord des routes).

Faille active (ou faille sismogène) : Faille sur laquelle une rupture et un glissement se sont produits à une période récente (géologique) et dont on présume qu'elle pourrait engendrer un séisme au cours d'une nouvelle et future rupture.

Foyer (ou hypocentre) du séisme : Zone où s'est initialisée la rupture de la croûte à l'origine du séisme.

Intensité d'un séisme (ou intensité macrosismique) : Caractérise la force d'un séisme par cotation des effets d'un séisme sur les hommes, les structures et l'environnement et cela en un lieu donné à la surface. L'intensité en un point dépend non seulement de la taille du séisme (magnitude) mais aussi de la distance au foyer, de la géologie locale et de la topographie.

Isoséiste : Courbe reliant les lieux ayant la même intensité macrosismique.

Liquéfaction : Transformation momentanée sous l'effet d'une secousse sismique des sols (généralement sables ou vases) saturés en eau en un fluide sans capacité portante.

Lithosphère : Ensemble formé de la croûte et de la partie supérieure rigide du manteau, la lithosphère est découpée en plaques tectoniques qui sont en mouvement sur l'asthénosphère (partie plastique du manteau supérieur).

Magnitude : Permet d'estimer l'énergie libérée par un séisme à partir des enregistrements sur les sismographes. La magnitude peut être corrélée avec des grandeurs physiques associées à la source, comme la taille du plan de faille ou l'énergie libérée sous formes d'ondes sismiques.

Manteau : Situé sous la croûte terrestre, constitué, du sommet vers la base, d'un manteau supérieur avec une couche rigide puis plastique (asthénosphère), et d'un manteau inférieur solide.

Microzonage sismique : Zonage sismique établi généralement aux échelles 1/5 000 à 1/15 000, sur l'ensemble ou une partie d'un territoire communal. Le microzonage sismique tient compte du mouvement sismique au rocher (aléa régional) et des modifications de ce mouvement en fonction des conditions locales (effets de site et effets induits). Les techniques mises en œuvre pour cette cartographie peuvent être plus ou moins complexes selon les moyens impartis, les connaissances géologiques et sismiques initiales et les enjeux.

Moment sismique : Concept récent introduit par les sismologues pour décrire un séisme de façon mécanique, le moment sismique (M_0) correspond au produit d'une constante élastique (module élastique de cisaillement, μ), par le glissement moyen qui s'est produit sur la faille (D), et par la surface de la faille (S). Il est mesuré en Newton mètres. La magnitude est une mesure logarithmique du moment sismique.

Néotectonique : Discipline de la géologie qui vise plus particulièrement à étudier les déformations tectoniques des terrains ayant eu lieu ces deux derniers millions d'années (période Quaternaire).

Normes de construction parasismique : Ensemble de règles de construction destinées aux bâtiments afin qu'ils résistent le mieux possible aux séismes.

Ouvrages à risque normal - ORN : Ouvrages pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

Ouvrages à risque spécial - ORS : Ouvrages pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement, de dommages, même mineurs, suite à un séisme, peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat des bâtiments, équipements et installations. Il s'agit notamment des installations nucléaires de base, des installations classées pour la protection de l'environnement et des grands barrages.

Paléosismicité : Discipline qui concerne la recherche des traces de séismes anciens et leur analyse. Il s'agit généralement de travaux menés de pair avec ceux de la néotectonique.

Pendage d'une faille : Représente l'inclinaison du plan de faille par rapport à l'horizontale.

Période de retour : Intervalle de temps moyen entre deux occurrences successives d'un phénomène. Dans le cas d'un modèle probabiliste de Poisson, on utilise souvent pour les séismes et les bâtiments courants une période de retour de 475 ans, ce qui correspond à une probabilité d'occurrence de 10% en 50 ans.

Plaque tectonique : La couche supérieure rigide (lithosphère) de notre planète est découpée en une douzaine de grandes plaques et de nombreuses petites. Ce sont ces entités qui sont mobiles et entraînent les continents dans leur déplacement.

Rejet d'une faille : Mesure du décalage qui s'est produit entre les deux compartiments séparés par la faille. Il peut avoir une composante : soit verticale, soit horizontale, soit les deux (mouvement composite).



Réplique : Secousse sismique de magnitude plus faible succédant au séisme dit "principal" et dont le foyer se trouve à proximité sur le même plan de faille.

Risque : Le risque est le croisement de l'aléa avec les enjeux et leur vulnérabilité. Il peut être exprimé sous la forme de : a) pourcentage de pertes en vies humaines et blessés, b) pourcentage de dommages aux biens et, c) en atteintes à l'activité économique de la zone analysée.

Risque majeur : Menace d'une agression d'origine naturelle ou technologique dont les conséquences pour la population sont dans tous les cas tragiques en raison du déséquilibre brutal entre besoins et moyens de secours disponibles.

Scénario de risque sismique : Analyse globale des conséquences (dommages corporels et matériels) d'un événement sismique d'intensité donnée sur une zone d'étude prédéfinie.

Séisme de référence : Séisme dont les caractéristiques (magnitude, intensité, profondeur focale, mécanisme) seront celles utilisées pour la prise en compte de l'aléa dans le calcul du risque sismique d'une zone donnée (site ou région).

Séisme majoré de sécurité - SMS : $SMS (Intensité) = SMHV (Intensité) + 1$; $SMS (magnitude) = SMHV (magnitude) + 0.5$

Séisme maximal historiquement vraisemblable - SMHV : Plus fort(s) séisme(s) pouvant se manifester sur le site compte tenu des observations historiques et des connaissances géologiques et sismotectoniques de la région.

Signal vibratoire : Mouvement oscillatoire du sol soumis à un séisme.

Sismomètre : Appareil permettant de mesurer les mouvements du sol à l'aide d'un capteur mécanique.

Sismotectonique : Analyse des relations entre les structures géologiques actives et la sismicité. Elle conduit à identifier des failles actives ou sismogènes et des domaines sismotectoniques.

Source sismique : Caractérise le mécanisme physique à l'origine du séisme, c'est-à-dire la rupture sur le plan de faille au niveau du foyer sismique.

Spectre de réponse : Utilisé par les ingénieurs pour caractériser le système de forces (ou action sismique) qui s'applique à une structure lors d'un séisme. Il s'exprime par un graphe qui donne la réponse, en termes d'accélération, de vitesse ou de déplacement, d'un oscillateur simple en fonction de la période T, ou de son inverse, la fréquence f.

Subduction : Processus d'enfoncement d'une plaque tectonique sous une autre plaque de densité plus faible, en général une plaque océanique sous une plaque continentale ou sous une plaque océanique plus récente.

Système de structures sismogènes : Ensemble de failles sismogènes localement proches et à comportement dynamique et niveau de sismicité comparables.

Tectonique des plaques : La tectonique des plaques (d'abord appelée dérive des continents) est le modèle actuel du fonctionnement interne de la Terre, c'est le déplacement en surface des plaques lithosphériques sous l'effet des cellules de convection qui anime l'asthénosphère, c'est-à-dire des mouvements ascendants et descendants produits sous la lithosphère dans le manteau plastique du fait de la chaleur dégagée par la désintégration radioactive de certains éléments chimiques. Alfred Wegener (1880 – 1930) est le premier inventeur de cette théorie.

Tsunami : En japonais, tsunami vient de tsu "port" et nami "vague". C'est une onde provoquée par un rapide mouvement d'un grand volume d'eau. Au niveau de la côte, le tsunami peut générer un raz de marée. Un tsunami peut être déclenché par la brusque dénivellation du fond de la mer du fait de la rupture sismique d'une faille, ou bien par un mouvement de terrain sous marin ou côtier ou encore une éruption volcanique sous marine.

Vulnérabilité : Caractérise la fragilité d'un élément exposé au phénomène sismique. On l'exprime par une relation entre des niveaux de dommages et des niveaux d'agression sismique (courbe de vulnérabilité). On peut distinguer une vulnérabilité physique (ou structurelle), humaine, fonctionnelle, économique, sociale, ...

Zonage sismique : Division d'un territoire en zones supposées homogènes s'agissant de leur niveau d'aléa sismique (séisme de référence et, selon le cas, période de retour correspondante).