

Génie civil et nucléaire : de la conception à l'exploitation

Présentation

Les journées des 2 et 3 décembre 2010 de la Section Technique ST7 ("Technologie et Exploitation des Réacteurs") de la SFEN, dont est tiré le présent dossier, étaient consacrées au génie civil, qui constitue la troisième barrière du réacteur et un élément clé dans les chantiers des nouveaux réacteurs en cours de construction. Ces journées ont rencontré un grand succès, avec plus de 180 inscrits dont de nombreux étudiants en formation travaux publics et bâtiments. Plusieurs thèmes y ont été abordés.

■ Le premier thème abordait la réglementation et la conception

La première présentation [1] rappelait le contexte réglementaire et le rôle des autorités de sûreté, tant au niveau de l'analyse de la conception proposée, que de la définition du cadre réglementaire, des normes correspondantes, et du suivi des travaux et inspections ultérieures.

La deuxième présentation [2] était relative à la tenue des réacteurs au séisme. Les nouvelles normes imposées conduisent actuellement à un renforcement accru des structures, qui va de pair avec les nouvelles demandes de tenue de ces mêmes structures à des chutes d'avion de ligne. Ces renforcements ainsi que les méthodes conservatives appliquées semblent cependant apporter un certain surdimensionnement final de ces structures.

La troisième présentation [3] concernait l'évolution de la conception des enceintes de réacteurs. Les 900 MW ont une simple enceinte avec un "liner" métallique interne pour pouvoir respecter les normes d'étanchéité requises. Les 1300 MW ont une double enceinte sans liner, avec maintien d'une dépression entre les deux enceintes, toujours pour respecter le niveau d'étanchéité requis. L'EPR a aussi une double enceinte avec liner métallique sur l'enceinte interne mais d'épaisseur et de ferrailage encore accru, en particulier pour l'enceinte extérieure qui joue le rôle de coque de protection vis-à-vis des chutes d'avion.

La quatrième présentation [4] montrait le cas particulier d'un réacteur de recherche, de taille plus réduite, comme le Réacteur Jules Horowitz (RJH), dont l'enceinte est constituée d'une enceinte de confinement précontrainte, dont les contraintes sont surveillables et ajustables dans le temps. Ce réacteur en construction présente, vis-à-vis du séisme, la particularité d'une isolation parasismique avec 195 appuis en élastomères frettés positionnés sur des plots. Ceci permet de réduire notablement les accélérations horizontales.

En conclusion de cette première matinée, plusieurs points importants allaient ressortir. Tout d'abord la précision mécanique requise pour les ferrailages, les ancrages, les montages de liner, etc. des réacteurs de troisième génération constitue un nouveau défi, voire un nouveau métier pour les génies civilistes. Ensuite les modes de calcul, en particulier pour les séismes, demandent des évolutions si l'on veut éviter des surdimensionnements.

Enfin, et même si le coût du lot génie civil ne représente qu'environ 20 % du coût global d'un réacteur, son influence sur le planning de construction est très importante. Dans ce contexte, il est important de rester attentif à l'émergence de nouvelles techniques avec caissons pré-assemblés utilisés comme coffrages perdus, et permettant des gains de temps appréciables.

■ Le deuxième thème concernait la surveillance, voire les interventions ou les réévaluations de sûreté, durant l'exploitation

Deux papiers présentaient, pour les centrales en fonctionnement, à la fois le suivi des mesures permettant d'assurer le maintien des performances de l'enceinte (papier [5]) et également les conséquences au niveau de l'environnement (papier [8]) avec le suivi et la maîtrise de l'ensemble des rejets de la centrale dans le temps.

Par contre des travaux plus importants sont parfois nécessaires. Tout d'abord en cas de dégradation constatée : c'était le papier [7] avec un exemple de réfection d'une gabionnade à Gravelines. Puis dans la situation où le changement des normes de sûreté pour les séismes conduit à une réévaluation de sûreté nécessaire des bâtiments. Le cas de Phénix (papier [6]) montre les travaux qui ont été réalisés sur le génie civil du réacteur, pour pouvoir le remettre aux normes ainsi que les difficultés inhérentes à ce genre d'opérations extrêmement lourdes, en termes de coût, de planning et d'immobilisation correspondante des installations.

Le papier [9] montrait de nouvelles possibilités innovantes de rénovations moins lourdes à réaliser, grâce à de nouvelles techniques à base de tissus en fibre de carbone et de résine, permettant des renforcements localisés, limitant les démontages, moins coûteux en temps et en planning. Il a suscité un grand intérêt. Ces méthodes ont été validées par les autorités de sûreté et appliquées à Cadarache pour des installations comme le LEFCA ou CABRI.

■ Le troisième thème était relatif à la durée de fonctionnement

C'est dans ce thème que deux papiers présentaient l'état de la recherche à la fois sur le vieillissement des matériaux et sur les différents problèmes de corrosion, mais également sur la définition des nouveaux bétons aptes à supporter des vieillissements encore plus importants. (Papiers [10] et [12])

Le papier [11] expliquait les techniques envisagées et appliquées pour assurer des durées de vie de 40 ans et plus sur les enceintes de réacteurs existants.

Le papier [13] rappelait les nouvelles spécifications imposées pour le béton de l'EPR et les nouvelles normes correspondantes à respecter.

■ Le quatrième thème était consacré à un certain nombre de retours d'expérience

Le papier [14] rappelait que ce problème de conception, puis de suivi du génie civil, était primordial pour les barrages hydrauliques. Il apparaissait, en particulier dans ce contexte, que le suivi des barrages par des mesures spécifiques, pour contrôler le bon état des structures, avait de fortes ressemblances avec le suivi sur les centrales.

Le papier [15] traitait de la déconstruction des ouvrages, de l'évolution des méthodes correspondantes, voire de leur influence sur la conception.

Le papier [16] présentait les travaux en cours à Tchernobyl, pour la construction de l'arche de protection.

Enfin le papier [17] présentait le REX des événements sismiques survenus dans le monde et des conséquences sur le génie civil. En particulier pour le Japon, certains séismes étaient survenus avec des valeurs nettement supérieures aux valeurs retenues lors de la conception. La très bonne tenue des ouvrages avait confirmé les marges importantes évoquées dans le papier [2].

En conclusion, ces deux journées ont permis de montrer l'importance de la conception du génie civil, sur les plannings de réalisation des centrales nucléaires. Les nouvelles normes de sûreté imposées tant pour les séismes que les chutes d'avion suscitent des questions sur l'évolution nécessaire des méthodes de calcul. De même, les méthodes de fabrication de ces enceintes posent également de nouveaux problèmes aux génies civilistes et sont susceptibles dans le futur d'évolutions, en particulier pour gagner sur les plannings de construction. Enfin, le vieillissement du béton et des structures, ainsi que leur suivi, sont aussi des domaines où une forte recherche est nécessaire et se poursuit actuellement.



Joël GUIDEZ (CEA)
Président 2009 de la ST7



Germain POT (EDF)
Président 2010 de la ST7

Références

- [1] Evaluation de la sûreté du génie-civil des installations ; Jean-Mathieu Rambach (IRSN)
- [2] Conception des réacteurs, tenue au séisme ; Pierre Labbé (EDF/DIN)
- [3] Conception des réacteurs : importance du génie-civil, exemple de l'EPR ; David Cremieux (EDF/CNEN)
- [4] Conception du génie-civil du RJH ; Lionel Germane (CEA)
- [5] Surveillance en service du parc en exploitation ; Alexis Courtois (EDF/DTG)
- [6] Remise à niveau du génie-civil d'une centrale nucléaire : exemple de Phénix ; Rémy Dupraz, Jean-Michel Thiry (AREVA), Etienne Gallitre (EDF/SEPTEN), Jean-André Jolly (CEA)
- [7] Prolongation de la durée de fonctionnement des CNPE : exemple de la réfection de la gabionade de Gravelines ; Philippe Dupas (EDF/DPN), Laurent Everwyn, Cédric Belval (EDF/CIPN), Guillaume Grignard (EDF/CNEPE)
- [8] Génie-civil et protection de l'environnement ; Eric Terraillon (EDF/DPN)
- [9] De l'innovation dans la rénovation des installations de recherche du CEA/Cadarache : LEFCA et CABRI ; Christine Leroy (CEA)
- [10] La R&D en support : application à la problématique matériau ; Yann Le Pape (EDF/R&D)
- [11] La tenue du génie-civil : vision 60 ans ; Etienne Gallitre, Daniel Dauffer (EDF/SEPTEN), Maxime Lion (EDF/CEIDRE)
- [12] Développement des nouveaux bétons : méthodologie, exemple des bétons d'enceinte, perspectives ; François de Larrard (LCPC)
- [13] Spécificités du béton dans le cadre de la construction de l'EPR de Flamanville ; Patrick Michelon (BOUYGUES)
- [14] Le rôle du REX dans l'ingénierie des barrages ; Eric Bourdarot, Frédéric Laugier (EDF/CIH)
- [15] La déconstruction des ouvrages ; Gérard Laurent (EDF/CIDEN)
- [16] Tchernobyl, une arche pour le futur ; Thomas Chauveau, Christophe Portenseigne (BOUYGUES)
- [17] Le REX d'événements sismiques sur des sites de centrales nucléaires dans le monde ; Pierre Sollogoub (AIEA)

Les articles de ce dossier ont été rédigés avant l'accident de Fukushima. Nous reviendrons sur cet accident dans les prochains numéros de la Revue Générale Nucléaire.