

SCAP : Projet de l'AEN sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles

A. Yamamoto, A. Huerta, K. Gott, T. Koshy *

Le nombre des centrales nucléaires vieillissantes ne cesse de croître dans les pays membres de l'OCDE/AEN. De ce fait, tous les exploitants concernés ont mis en place des programmes de maintenance, des inspections en service et des essais des structures, circuits et composants importants pour la sûreté afin de s'assurer que les niveaux de fiabilité et d'efficacité restent conformes aux hypothèses de conception. Pour ce faire, ils ont recours à une stratégie intégrée de gestion du vieillissement qui s'appuie sur les techniques les plus modernes.

Les effets du vieillissement, en particulier la dégradation des matériaux, ont été progressivement observés dans le monde entier depuis le début de l'exploitation des centrales nucléaires. La dégradation des matériaux devrait se poursuivre à mesure que les centrales vieillissent et que l'on prolonge les autorisations d'exploitation. De toute évidence, une dégradation structurelle imprévue et non gérée pourrait se traduire par une perte importante des marges de sûreté, minant par là-même la confiance du public et mettant à épreuve les ressources de l'autorité de sûreté et de l'exploitant. Il importe, pour les autorités de sûreté, de vérifier que l'exploitant applique des méthodes de gestion du vieillissement adéquates, fondées sur des informations techniques fiables.

Deux sujets – la fissuration par corrosion sous contrainte (SCC) et la dégradation de l'isolant

des câbles – ont été pris comme thèmes des travaux du projet SCAP en raison de leur importance pour l'évaluation du vieillissement des centrales et de leurs incidences sur les pratiques d'inspection. Quatorze pays membres de l'AEN¹ ont accepté d'apporter une contribution à ce projet. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et la Commission européenne participent également en qualité d'observateurs.

Le projet est financé par une contribution volontaire du Japon. Des institutions techniques japonaises coopèrent également activement à ce projet sous la coordination de l'Agence de la sûreté nucléaire et industrielle (NISA) du Japon.

Objectifs du projet SCAP

Le projet SCAP a pour objectifs principaux de :

- constituer une base de données complète sur les principaux phénomènes de vieillissement liés à la fissuration par corrosion sous contrainte et à la dégradation de l'isolant des câbles grâce à un effort collectif des pays membres de l'OCDE/AEN ;
- constituer une base de connaissances dans ces domaines en procédant à la collecte et à l'évaluation systématiques des données et des informations recueillies ;
- procéder à une évaluation des données et dégager les fondements de pratiques exemplaires qui permettraient aux autorités de sûreté et aux exploitants d'améliorer leur gestion du vieillissement.

Ce projet est prévu pour quatre ans. On estime à deux ans à peu près le temps nécessaire pour définir la base de données et recueillir les données auprès des pays membres. L'évaluation qui doit suivre et le rapport sur les pratiques exemplaires devraient prendre chacun un an.

* M. Akihiro Yamamoto (akihiro.yamamoto@oecd.org) et M. Alejandro Huerta (alejandro.huerta@oecd.org) travaillent dans la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN ; Mme Karen Gott (karen.gott@ski.se), Suède, est présidente du Groupe de travail SCAP SCC ; M. Tomas Koshy (txk@nrc.gov), États-Unis, est président du Groupe de travail sur les câbles du projet SCAP.



La première réunion du Conseil de gestion du SCAP, en juin 2006.

Organisation du projet

Les participants au projet SCAP sont des spécialistes du domaine de la fissuration par corrosion sous contrainte et des câbles, qui travaillent pour des autorités de sûreté, l'industrie, des établissements de recherche et des universités. Ils fournissent les informations pertinentes et réalisent les évaluations indispensables à la bonne exécution du programme.

Le Conseil de gestion du SCAP est chargé de l'administration du projet, avec l'aide du Secrétariat du projet de l'AEN. Ce Conseil de gestion est responsable, entre autres mais non exclusivement, de l'approbation du programme de travail à réaliser par les groupes de travail sur la fissuration par corrosion sous contrainte et les isolants des câbles, du suivi de la progression du projet, en termes de résultats et de respect du calendrier, ainsi que du contrôle des rapports d'étape préparés pour diffusion au sein et à l'extérieur du projet.

Deux groupes de travail se consacrent l'un à la fissuration par corrosion sous contrainte et l'autre à la dégradation des isolants des câbles. Ces groupes de travail sont chargés de mener à bien le programme de travail et de veiller au respect des délais et à la qualité des rapports d'étape préparés pour diffusion interne et externe.

Les sociétés de centralisation des informations s'efforcent de mettre en cohérence les données transmises par les pays participants. Ils vérifient que les informations fournies sont conformes aux directives de codage du projet SCAP. Ils vérifient également que les données sont complètes et exactes, et conservent et diffusent des copies de la base de données. Il y a une société de centralisation des informations pour la base de données sur la fissuration par corrosion sous contrainte et une autre pour la base de données sur les isolants de câbles.

Le Conseil de gestion s'est réuni pour la première fois au mois de juin 2006, et le Professeur Sekimura du Japon en a été élu président. Au cours de cette réunion, le mandat du projet a été approuvé de même que la politique proposée par l'AEN pour l'établissement des rapports d'étape et l'accès aux

données. Le groupe de travail SCC et le groupe de travail câbles se sont réunis deux fois, à la fin de 2006 et au début de 2007. Au cours de ces réunions, le format et le contenu des bases de données sur la fissuration par corrosion sous contrainte et la dégradation des isolants de câbles ont été arrêtés, et les pays membres ont commencé à transmettre des données préliminaires pour faciliter la constitution des bases de données.

Domaines couverts par les bases de données SCAP

Compte tenu des différences qui existent entre les connaissances fondamentales sur les mécanismes de fissuration par corrosion sous contrainte et de dégradation des isolants de câbles ainsi que du retour d'exploitation sur les incidents associés à la SCC et à la dégradation des isolants de câbles, les domaines couverts et les priorités des bases de données devraient différer. La base de données sur les SCC sera principalement basée sur des incidents qui se sont produits, notamment des défaillances de composants ou de tuyauteries. En revanche, compte tenu de la rareté des défaillances de câbles ou des incidents dans ce domaine, la base de données sur les câbles portera essentiellement sur les matériaux de câbles et les méthodes et validation de la surveillance conditionnelle.

La base de données SCAP SCC concerne la dégradation ou les défaillances de composants passifs, attribuées à la fissuration par corrosion sous contrainte (SCC), que l'on a pu observer dans des centrales nucléaires des pays participants. La base de données porte sur des composants de classe 1 et 2 de l'enveloppe sous pression du fluide primaire², les internes de cuves sous pression de réacteurs et autres composants pouvant avoir un impact important sur le fonctionnement, à l'exclusion des tubes de générateurs de vapeur. Les mécanismes suivants sont pris en compte dans la base de données : fissuration externe par corrosion sous contrainte en milieu chloruré, fissuration par corrosion sous contrainte assistée par l'irradiation, fissuration intergranulaire par corrosion sous contrainte d'acier inoxydable austénitique et d'alliage base nickel, fissuration transgranulaire par corrosion sous contrainte et fissuration par corrosion sous contrainte en milieu primaire.

La base de données sur les câbles comprend les câbles de sauvegarde (notamment pour le refroidissement de secours du cœur), les câbles importants pour la sûreté (les câbles utiles pour prévenir et atténuer les événements de dimensionnement) et les câbles importants pour le fonctionnement de la centrale (câbles dont la défaillance peut provoquer un arrêt d'urgence ou une baisse de la puissance). La base de données contient des informations sur des câbles d'une tension maximale de 15 kV CA et 500 V CC, dont des câbles de contrôle-commande.

Structures des bases de données SCAP

Les structures préliminaires des bases de données SCC et câbles ont été définies en se fondant sur l'expérience des experts dans le projet et celle de l'AEN à gérer différentes bases de données internationales, comme le projet d'échanges de données sur les ruptures de tuyauteries (OPDE) et le projet COMPSIS sur les systèmes informatisés importants pour la sûreté, ainsi que sur les informations de recherche-développement transmises par les pays membres.

Structure de la base de données SCC

La base de données SCC SCAP est une base de données relationnelle utilisant le logiciel Access de Microsoft®. La saisie des données se fait à l'aide de formulaires, de tableaux, de menus déroulants et de liens. La consultation se fait en utilisant un système d'interrogation prédéfini par l'utilisateur, qui fait appel à des tableaux et des liens intégrés entre données. Les formulaires de saisie des données sont organisés de manière à saisir les informations essentielles sur les défaillances de composants passifs ainsi que les informations qui s'y rapportent. Les quatre formulaires de saisie des données sont décrits ci-dessous.

Saisie des données sur les défaillances. Ce formulaire définit les données minimales requises. Toutes les saisies de données commencent par là. Il contient 39 champs, y compris le nom de la centrale et les conditions de fonctionnement au moment de la découverte de l'incident. Cela permet de distinguer entre les incidents qui ont un impact sur le fonctionnement de la centrale, par exemple l'arrêt forcé, et les incidents découverts lors d'inspections programmées ou renforcées. Le formulaire contient également des informations sur le type d'incident, avec un menu déroulant proposant des options, comme fissure traversante sans fuite active, fissure traversante partielle et différents types de fuites. Les informations sur les dommages collatéraux liés à des incidents d'exploitation comportant des fuites provoquées par des fissures traversantes sont également consignées. Un menu définit les différentes mesures correctives adoptées à la centrale. Le formulaire comporte aussi une description détaillée des conditions de fonctionnement de la centrale avant l'incident, de la réponse de la centrale durant l'incident, de la méthode de détection et du plan d'action correctif dans le champ descriptif de l'incident. Toutes les caractéristiques pertinentes du composant détérioré sont également précisées : par exemple la classe du composant, le diamètre des composants de tuyauterie, les dimensions, le métal de base, le métal utilisé pour la soudure, les propriétés mécaniques, comme la limite élastique et la dureté, ainsi que le type de fluide de procédé au moment de la détection.

Caractérisation du défaut. Ce formulaire contient 28 champs pour entrer des informations caractéri-

sant le défaut (description, information sur la taille et précisions complémentaires selon le type de défaut).

Historique des inspections en service. Ce formulaire comporte 3 champs. Même s'il est avant tout conçu pour consigner les faiblesses des programmes d'inspection en service, le champ libre peut être utilisé pour consigner toute information relative aux inspections en service du composant touché ou l'historique des inspections en service, par exemple la date de la dernière inspection.

Informations sur les causes premières. Ce formulaire comprend 25 champs et contient des informations sur l'âge estimé du composant, à savoir sa durée de service au moment de la défaillance. Si le composant concerné a été réparé ou remplacé, ces opérations doivent être signalées. Un champ libre est disponible pour décrire l'emplacement de la défaillance, à savoir le numéro de la canalisation ou de la soudure ou la référence de la tuyauterie et de l'instrumentation. Des menus déroulants présentent différentes réponses parmi lesquelles on peut choisir la méthode de détection, la cause apparente et les facteurs responsables. Enfin un champ libre existe pour inscrire des informations se rapportant à l'analyse des causes premières et aux relations causes-conséquences.

Structure de la base de données câbles

La saisie des données dans la base de données câbles de SCAP se fait à l'aide de tableaux et de menus déroulants. La consultation de la base de données s'effectue au moyen d'une interface d'interrogation prédéfinie par l'utilisateur, qui sera choisie lors de la prochaine réunion du groupe de travail. Les tableaux de saisie des données sont organisés pour consigner les principaux événements qui ont conduit à la défaillance de l'isolant du câble en même temps que des informations sur la qualification environnementale et la surveillance conditionnelle. À l'heure actuelle les tableaux de saisie des données comprennent :

Données techniques sur les câbles. Ce tableau comporte 40 champs pour inscrire les données techniques des câbles. Il permet de préciser les spécifications des câbles, en ce qui concerne le matériau d'isolation, la taille du conducteur et de la tension nominale, entre autres. Les informations sur le type de câble et sa fabrication sont également consignées. Les conditions environnementales de fonctionnement sont décrites en détail et notamment les informations sur l'emplacement, la pression de calcul, la température, l'humidité et le débit de dose. Ce tableau comporte également des informations relatives à la qualification environnementale et la norme ou le code utilisés à cet effet.

Données sur la maintenance des câbles. Ce tableau est subdivisé en différents sous-tableaux consacrés à des aspects comme l'inspection des

câbles et les méthodes de surveillance des conditions de service, l'échantillonnage des câbles et la réparation des câbles. Les informations sur les inspections des câbles comprennent la description des techniques de surveillance, les mécanismes présumés de vieillissement et la fréquence des inspections.

Données sur les défaillances de câbles. Ce tableau rassemble les informations sur les véritables défaillances de câbles. Un champ libre est prévu pour la description de l'incident. Par ailleurs, d'autres champs servent à consigner les données, comme la date de l'incident et l'âge du câble. Une description détaillée des mesures adoptées à la centrale à la suite de cet incident est également prévue.

Données sur la qualification environnementale des câbles. Ce tableau contient des informations sur la qualification environnementale des câbles. Des champs sont prévus pour décrire les principaux résultats des essais de qualification, dont notamment les conditions environnementales ainsi que la série de tests et de mesures.

Informations d'ordre réglementaire. Ce tableau contient des informations sur les prescriptions réglementaires relatives à la gestion du vieillissement des câbles, les guides réglementaires et les résultats des précédentes évaluations de sûreté. Il comporte également les normes industrielles appliquées conformément aux dispositions réglementaires.

Surveillance de l'état des câbles. Ce tableau comporte 10 champs utilisés pour décrire la surveillance de l'état des câbles. Un champ est consacré à la description de la méthode de surveillance utilisée, le principe de surveillance, le dispositif de surveillance utilisé ainsi que toute corrélation entre les indicateurs de vieillissement, comme l'allongement à la rupture et les données sur la surveillance ainsi que les critères de réception utilisés et leur fondement.

Base de connaissances SCAP

Cette base est destinée à fournir une description de l'état des connaissances sur les mécanismes de dégradation, les principaux facteurs jouant un rôle, les matériaux et les emplacements les plus vulnérables ainsi que des stratégies couramment employées pour limiter ces mécanismes et réparer les composants. Cette base de connaissances devrait compléter les bases de données SCC et câbles, et des renvois seront prévus entre les données sur les incidents et les données de la base de connaissances afin d'accroître l'exploitabilité des informations. Les groupes de travail examineront rapidement les dispositions à prendre pour élaborer les impératifs de performance de cette base de connaissances et pour définir l'éventail des applications et des outils qui pourront être utilisés, une fois que les bases de données seront constituées.

Prochaines étapes et résultats recherchés

Le projet SCAP en est actuellement à sa phase de développement, consistant à définir et à affiner les impératifs de performance des bases de données, le format des données et les directives de codage. Certaines données préliminaires ont déjà été transmises par les pays membres et utilisées pour tester le format et la structure de la base de données. Les membres du groupe de travail devraient rapidement élaborer une série pilote de données pour vérifier l'applicabilité du format et du codage. Les directives de formatage et de codage une fois finalisées, les pays membres du projet SCAP concentreront leurs efforts sur la constitution des bases de données.

Un rapport d'évaluation sera publié à la fin du projet SCAP. Il servira de base technique à l'élaboration de pratiques recommandables en matière d'activités réglementaires dans les domaines des isolants de câbles et de la fissuration par corrosion sous contrainte. Néanmoins, l'ampleur réelle de l'évaluation dépendra de la quantité et de la qualité des informations rassemblées et sera décidée à l'issue d'un débat entre les participants.

Les résultats du projet devraient être utilisés par les pays membres de l'AEN pour déterminer comment le retour d'expérience et les techniques les plus modernes sont intégrés dans les pratiques de conduite des centrales ainsi que pour étayer les examens des programmes de gestion du vieillissement réalisés par les autorités de sûreté.

De toute évidence, la base de données devient plus utile à mesure que les pays membres continuent de l'enrichir et de l'actualiser. On réfléchira, donc, à la possibilité de conserver cette base de données une fois le projet terminé.

Le projet a réuni des spécialistes des câbles et de la fissuration par corrosion sous contrainte, qui travaillent pour des autorités de sûreté, l'industrie, des établissements de recherche et des universités. Ce réseau d'experts devrait faciliter l'échange de connaissances et contribuer à renforcer la collaboration entre experts au delà de ce projet. ■

Notes

1. Quatorze pays participent, à l'heure actuelle, au projet SCAP : l'Allemagne, la Belgique, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, le Japon, le Mexique, la Norvège, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque et la Suède.
2. Les composants de la classe 1 et 2 de l'enveloppe sous pression du fluide primaire sont définis par l'*American Society of Mechanical Engineers* (ASME) comme suit : les composants de la classe 1 comprennent tous les composants de l'enveloppe sous pression du circuit primaire ; les composants de la classe 2 comprennent en général les systèmes ou parties de systèmes importants pour la sûreté qui sont conçus pour le confinement en phase post-accidentel et l'évacuation de la chaleur et des produits de fission.