

La performance des centrales nucléaires: des initiatives pour assurer le progrès

La performance des centrales nucléaires s'améliore sans cesse et les pays prennent des initiatives pour qu'elle continue à progresser

L'énergie nucléaire a fait ses preuves parmi les sources d'énergie utilisées dans de nombreux pays aujourd'hui. Pour renforcer son rôle, les autorités nucléaires nationales s'efforcent de plus en plus d'améliorer tous les aspects de la performance des centrales. C'est ainsi que l'on pourra non seulement produire de l'électricité plus efficacement, mais aussi accroître la confiance dans la sûreté, la compétitivité économique et les avantages écologiques des centrales nucléaires.

L'un des principaux indicateurs de la performance technique et économique d'une centrale électrique est le taux de disponibilité en énergie (TDE). Le TDE est le rapport entre la production nette d'énergie d'une centrale au cours d'une période donnée, exprimé en pourcentage de l'énergie maximale qui aurait pu être produite si la centrale avait fonctionné sans interruption durant la même période. D'après les données du Système de documentation sur les réacteurs de puissance (PRIS) de l'AIEA, le TDE des centrales nucléaires s'est constamment amélioré dans le monde au cours de la dernière décennie. Il est passé de 70,1 % en 1989 à 76,8 % en 1995 (voir graphique à la page 10).

Les pertes d'énergie sont un autre indicateur de performance. Plus elles sont faibles, meilleure est la performance de la centrale. Ces pertes d'énergie qui peuvent être programmées (c'est-à-dire décidées par la direction) ou non sont liées en général aux arrêts nécessaires pour le rechargement, la maintenance ou les essais, par exemple. Au cours des trois dernières années, les pertes d'énergie ont diminué dans le monde, ce qui témoigne de l'amélioration constante de la maintenance et de la gestion des centrales.

En général, ces améliorations de la performance et de la gestion sont largement attribuables aux enseignements que les compagnies d'électricité tirent de leur expérience. Parallèlement, cependant, diverses initiatives qu'ont prises certains pays qui participent fréquemment aux programmes techniques de l'AIEA ont joué un rôle important.

par
Boris Gueorguiev
et
K.V. Mahadeva Rao

Initiatives nationales en vue d'améliorer la performance et la sûreté

Les Etats Membres de l'Agence ont pris de nombreuses initiatives visant principalement à améliorer l'exploitation, la maintenance et la gestion des centrales nucléaires, lesquelles ont aussi entraîné une élévation des niveaux de sûreté dans ces centrales. Ces initiatives se divisent en cinq catégories, comme il est indiqué ci-dessous.

Augmenter la production. Ces initiatives ont notamment consisté à prendre des mesures pour maintenir la centrale en bon état en fixant la barre très haut et en ne tolérant aucune défaillance pouvant être corrigée sur-le-champ; à réduire la durée des arrêts programmés grâce à une meilleure planification; à assurer si possible la maintenance en cours d'exploitation afin de réduire la durée et le coût des arrêts programmés; et à réduire la fréquence des arrêts forcés, notamment en exécutant des programmes de modification et d'amélioration à long terme, en utilisant du matériel moderne de surveillance, en formant le personnel des centrales et en tirant parti du retour d'expérience d'autres tranches similaires.

Réduire la charge de travail. Ces initiatives ont consisté à modifier ou à abroger les prescriptions redondantes pour éviter les pesanteurs réglementaires superflues; à surveiller l'état du matériel des centrales pour mieux optimiser la maintenance préventive; à utiliser des techniques de surveillance et d'analyse de la maintenance permettant de déterminer les spécifications du matériel en fonction des conséquences des défaillances sur la sûreté et

M. Gueorguiev est chef de la Section du génie électronucléaire de la Division de l'énergie d'origine nucléaire et du cycle du combustible de l'AIEA, et M. Rao est membre de la Section. MM. Fausto Calori, Nestor Pieroni, Thomas Mazour et Vladimir Neboyan, ainsi que Mme Rejane de Spiegelberg Planer ont aussi contribué au présent article.

Taux de disponibilité en énergie des centrales nucléaires dans le monde

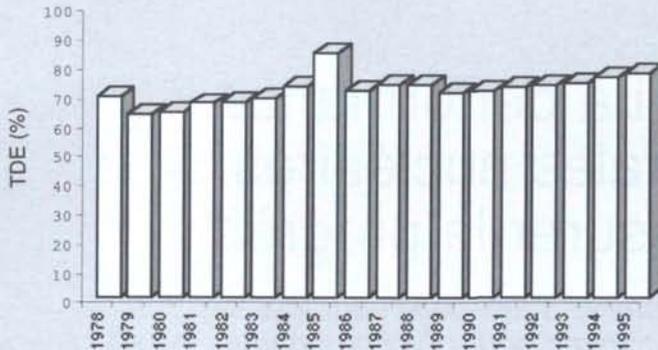


Photo: Les centrales nucléaires fournissent environ 17 % de l'électricité mondiale. (Source: Gundremmingen, Allemagne)

l'exploitation et du mécanisme de dégradation qui en est la cause.

Améliorer les processus de travail. Ces initiatives ont consisté à améliorer la planification à court, moyen et long terme; à utiliser des systèmes informatisés pour la planification du travail, la conservation de données sur les antécédents du matériel, le contrôle des coûts et la comptabilité, y compris la gestion des pièces détachées; à appliquer des méthodes de contrôle du travail graduées afin d'adapter le processus de contrôle du travail à l'importance et à la complexité de chaque activité; enfin, à effectuer des essais après maintenance pour vérifier que la performance du matériel et des systèmes est conforme aux spécifications.

Améliorer la productivité. Ces initiatives, qui ont concerné la performance humaine, ont notamment consisté à prendre des mesures pour améliorer la compétence du personnel, adapter les processus de travail afin que le personnel soit plus performant et la direction plus efficace; à promouvoir le travail d'équipe par le recours à des groupes multidisciplinaires dans une structure organisationnelle conçue spécialement pour réduire les interfaces et améliorer la satisfaction au travail et le moral du personnel; à partager les ressources humaines entre plusieurs tranches et sites; à mettre en commun les données et l'expérience, ainsi que le matériel coûteux et les stocks de pièces de rechange; à mettre en commun les programmes et les moyens de formation; à faire appel à des fournisseurs extérieurs ou à des sous-traitants pour les services d'appui nécessaires à la maintenance et à l'exploitation des installations, sauf pour les principales fonctions d'exploitation et de maintenance; à améliorer la gestion pour réduire l'irradiation du personnel et limiter le plus possible la contamination ainsi que le volume de déchets radioactifs découlant des activités de maintenance.

Mesurer la performance. Ces initiatives ont consisté à établir des indicateurs de performance objectifs, observables, mesurables et liés aux résultats plutôt qu'aux efforts; à utiliser des procédures de comparaison, et notamment à comparer la performance avec celle de la meilleure

compagnie d'électricité, à déterminer les meilleures pratiques et à exécuter un programme visant à améliorer constamment la performance.

Il convient de remarquer que ces initiatives n'ont pas directement porté sur la sûreté et l'assurance de la qualité des centrales, auxquelles les exploitants de centrales nucléaires ont accordé une attention considérable à juste titre. Il est reconnu que la sûreté et la qualité sont essentielles si l'on veut utiliser l'énergie nucléaire dans de bonnes conditions et qu'elles représentent une partie inséparable de chaque activité exécutée par le personnel des centrales nucléaires. L'expérience montre que les efforts entrepris pour améliorer l'efficacité et l'efficacité des programmes d'exploitation et de maintenance des centrales nucléaires ainsi que la qualité de leur mise en œuvre se sont aussi traduits par des améliorations de la sûreté et de la fiabilité des systèmes des centrales.

Activités de l'AIEA

A l'échelle internationale, l'AIEA a été étroitement associée à un certain nombre d'activités clés ayant trait à l'amélioration des opérations dans les centrales nucléaires. Ces activités ont notamment été les suivantes:

Etablissement de programmes efficaces d'assurance de la qualité. Un programme efficace d'assurance de la qualité est un outil indispensable pour améliorer de façon soutenue la performance des centrales. L'Agence a actualisé ses normes de sûreté pour tenir compte du concept moderne d'assurance de la qualité basée sur la performance. Ces travaux, qui ont été réalisés sur cinq ans en coopération avec les Etats Membres, ont abouti à la publication des versions révisées du Code sur l'assurance de la qualité et des 14 guides de sûreté connexes dans la Collection «Normes de sûreté nucléaire».

Pour ce travail de révision, l'AIEA a tiré parti de l'expérience la plus récente et des ressources considérables des pays et de trois organisations internationales, à savoir la Commission européenne, le Forum atomique européen et l'Organisation

internationale de normalisation. Tous les documents ont fait l'objet d'un examen critique par les Etats Membres de l'AIEA avant d'être approuvés en mars 1996.

Gestion des activités d'achat dans les installations nucléaires. Gérer les contrats de service et d'approvisionnement exige des contrôles efficaces pour assurer la qualité et la sûreté, sinon des difficultés risquent de surgir. Cette question a été débattue dans le cadre de projets régionaux de coopération technique de l'AIEA en Amérique latine, en Asie et dans le Pacifique et en Europe orientale, et elle a été mentionnée à l'occasion d'un certain nombre de missions effectuées dans le cadre du Programme OSART (Equipe d'examen de la sûreté d'exploitation) de l'AIEA.

Pour répondre aux besoins, l'Agence a élaboré des recommandations sur les pratiques de gestion à appliquer pour contrôler les aspects liés à la qualité et à la sûreté lorsqu'il est fait appel à des fournisseurs ou à des sous-traitants. Elle a également publié un document technique sur le sujet à l'intention des cadres supérieurs, des cadres moyens et des superviseurs directs dans les installations nucléaires.

Gestion de la durée de vie des centrales. A mesure que le matériel et les systèmes importants vieillissent, la gestion et la prolongation de la durée de vie d'une centrale prennent de plus en plus d'importance. Les activités de l'AIEA visent à faciliter l'échange d'information et d'expérience pour comprendre et surveiller les mécanismes de vieillissement des principaux systèmes et composants et à fournir des conseils techniques.

Un projet étendu de recherche coordonnée sur la gestion de la durée de vie des tubulures primaires des cuves sous pression des réacteurs a pris fin en 1996. Les travaux ont notamment consisté à étudier le processus de vieillissement, les méthodes de surveillance de ce processus et les mesures permettant d'en atténuer les conséquences ainsi qu'à déterminer les lacunes que présentent les connaissances actuelles. Les résultats de ces études ont permis de recenser différents facteurs qui ont une incidence sur la performance des composants. Les travaux ont déjà commencé pour développer une base internationale de données sur la gestion de la durée de vie des centrales nucléaires et sur les principaux composants des centrales. La première partie couvre les matériaux des cuves sous pression des réacteurs et la première série de données comprend environ 1 500 éléments d'information sur les propriétés des matériaux de ces cuves.

Gestion des rapports entre les compagnies d'électricité et les organismes de réglementation. Gérer les rapports entre les compagnies d'électricité et les organismes de réglementation peut présenter des difficultés, et des améliorations sont souvent nécessaires. Aucune recommandation précise n'est encore disponible. Comme le sujet intéresse la sûreté des centrales, l'AIEA a réuni un groupe consultatif constitué de responsables de compagnies d'électricité

exploitant des centrales nucléaires et d'organismes de réglementation. Le groupe a établi une liste générale de difficultés, de bonnes pratiques et de possibilités d'amélioration. Les éléments qui caractérisent les bonnes pratiques sont notamment les suivants: indépendance de l'organisme de réglementation et clarté de son rôle et de ses fonctions; approche réglementaire non prescriptive; procédures de communication bien définies; réunions fréquentes entre les compagnies d'électricité et les organismes de réglementation; activités conjointes dans des domaines comme la formation et l'examen des résultats des travaux de recherche et de développement; établissement de normes pour l'exécution de services réglementaires.

Assurance de la qualité dans la gestion des fonctions réglementaires. L'application de prescriptions officielles d'assurance de la qualité aux fonctions réglementaires est une question sensible qu'il faut régler si l'on veut améliorer la performance des centrales nucléaires. Elle attire de plus en plus l'attention et a fait l'objet d'une réunion de spécialistes que l'Agence a organisée en 1996.

Les principales conclusions de cette réunion sont de divers ordres. Les difficultés typiques rencontrées dans l'exercice des fonctions réglementaires (absence de procédures et de normes de travail et de systèmes de documentation, mauvaise communication, par exemple) montrent la nécessité d'appliquer un programme d'assurance de la qualité. Un certain nombre d'obstacles à l'application de l'assurance de la qualité aux fonctions réglementaires ont été déterminés, notamment la résistance naturelle aux changements; les ressources supplémentaires (humaines et financières) nécessaires pour introduire l'assurance de la qualité et l'idée fautive qu'une approche systématique réduirait la créativité, le jugement et l'efficacité. Les spécialistes participant à la réunion ont aussi convenu qu'il était nécessaire de définir des orientations précises sur la question.

Appui technique. Un facteur clé pour améliorer la performance des centrales nucléaires est la qualité et l'organisation des services d'appui technique à l'exploitant. A titre indicatif, l'AIEA a élaboré un document technique décrivant les bonnes pratiques suivies dans un certain nombre de pays. Les principales fonctions d'appui technique sont d'examiner périodiquement les procédures de la centrale pour vérifier qu'elles sont compatibles avec les instructions de la direction, les modifications permanentes et l'évolution des conditions de la centrale. Ces examens devraient comprendre la vérification et la validation des procédures nouvelles ou modifiées, des dossiers et des systèmes de documentation. L'appui technique devrait en outre permettre de déceler les insuffisances, d'en déterminer l'origine et de proposer des mesures correctives pour éviter qu'elles ne se reproduisent. Il devrait également contribuer à l'élaboration de la documentation relative aux autorisations, y compris des révisions rendues nécessaires par les modifications.

En plus de ses activités quotidiennes, le personnel d'appui technique devrait aussi s'occuper des questions à long terme. Celles-ci se rapportent à l'optimisation des opérations de la centrale; au retour d'expérience d'exploitation pour permettre de tirer des enseignements des événements survenus dans la centrale et dans d'autres centrales similaires; à la surveillance des programmes de qualification du matériel et à la supervision du programme de prolongation de la durée de vie de la centrale.

Systèmes informatiques et connexes. La nécessité de remédier à l'obsolescence des systèmes de contrôle-commande, d'améliorer la performance humaine et de se conformer à des prescriptions réglementaires de plus en plus rigoureuses s'est fait de plus en plus sentir au cours des dix dernières années. En conséquence, les centrales nucléaires ont remplacé leurs systèmes analogiques vieillissants par des systèmes numériques et se sont dotées de bases de données et de systèmes de gestion informatisés complets et accessibles. Ces systèmes appuient l'exploitation et la maintenance en vue d'améliorer l'assurance de la qualité et la productivité en général. Les progrès des techniques d'information et de communication ont aidé les compagnies d'électricité à exploiter les centrales nucléaires plus efficacement en intégrant les ressources informatiques et en augmentant la disponibilité de l'information dans le but de répondre aux besoins du personnel de la centrale et de la stratégie commerciale de la compagnie. Compte tenu de la nécessité actuelle de moderniser les systèmes de contrôle-commande, l'Agence a lancé, en 1996, un projet pour examiner en détail les questions liées à cette modernisation.

Le recours à l'informatique pour l'exploitation et la maintenance des centrales nucléaires comporte plusieurs objectifs principaux: améliorer la sûreté et réduire le risque d'endommagement des équipements; réduire les coûts d'exploitation et de maintenance; accroître la production d'énergie et la productivité du personnel. L'informatique offre un certain nombre d'avantages: elle permet notamment d'introduire facilement des fonctions complexes de protection et de verrouillage; de contrôler automatiquement les paramètres de la centrale qui ne pourraient pas être facilement contrôlés autrement; d'effectuer rapidement des calculs complexes pour évaluer en ligne les paramètres du réacteur et d'accroître ainsi la sûreté et les économies; d'afficher les paramètres de la centrale sur des moniteurs vidéos afin de pouvoir réduire la taille des tableaux de commande et d'augmenter l'efficacité de l'exploitation.

Un certain nombre de systèmes informatisés sont utilisés actuellement pour faciliter la tâche des opérateurs des salles de commande. Par exemple, des moniteurs permettent de visualiser les paramètres critiques ou les données opérationnelles à surveiller. Dans le domaine de la maintenance, de tels systèmes informatisés ont été mis au point pour réduire les défaillances du matériel. Ils permettent

de les déceler et de les diagnostiquer plus rapidement, tout en améliorant les opérations de maintenance prévues. D'autres types de systèmes ont été mis au point pour aider à planifier le rechargement en combustible et à analyser la cause profonde des événements, par exemple.

En 1995, l'AIEA a mis sur pied une base de données mondiale sur les systèmes d'aide informatisés. La première version d'une base de données sur les systèmes d'aide aux opérateurs a été mise au point en 1996 et distribuée aux centrales nucléaires, aux organismes de conception et à d'autres institutions nationales intéressées.

Orientations et enjeux futurs

Des initiatives encore plus vigoureuses sont nécessaires à l'échelle mondiale pour soutenir le développement de l'énergie nucléaire et améliorer la performance des centrales. A court terme, l'AIEA se propose de mettre l'accent sur les questions importantes pour la prise des décisions concernant le rôle de l'énergie nucléaire dans les plans énergétiques nationaux. Il sera fait appel aux autorités nationales pour renforcer la coopération régionale dans le but d'utiliser efficacement les compétences et les ressources actuelles.

L'objectif primordial sera de soutenir l'amélioration continue de la performance et de la fiabilité d'exploitation des centrales nucléaires. Cela suppose que de nouvelles améliorations soient apportées aux pratiques de gestion et que les informations et l'expérience en matière d'exploitation soient davantage mises en commun dans le monde entier. Pour sa part, l'AIEA s'efforce actuellement de développer ses bases de données sur l'exploitation des réacteurs de puissance et la gestion de la durée de vie des centrales.

Dans le cadre d'un programme de recherche coordonnée, l'Agence concentrera également son attention sur l'intégrité des cuves sous pression des réacteurs. Les travaux consisteront notamment à mettre au point une procédure uniforme pour tester de petits échantillons en vue de recueillir des données permettant de déterminer le risque de fissures. D'autres activités porteront sur la formation du personnel des centrales nucléaires, compte tenu des progrès technologiques ainsi que de la restructuration et de la réorganisation liées à la privatisation et à la réduction des effectifs.

Depuis quelques années, les mesures constructives prises par l'AIEA et les compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires dans ses Etats Membres pour améliorer la performance des centrales nucléaires ont porté leurs fruits. L'un des principaux enjeux des années à venir sera de faire en sorte que les améliorations se poursuivent et que de nouvelles initiatives soient prises pour continuer à accroître la compétitivité économique, la fiabilité et la sûreté des centrales nucléaires dans le monde.