

# COMPÉTENCE ET EXCELLENCE

## LA CRAINTE D'UNE PÉNURIE DE MAIN-D'ŒUVRE OUVRE DE NOUVELLES PERSPECTIVES EN MATIÈRE DE FORMATION AUX TECHNIQUES NUCLÉAIRES

Aucune solution rapide n'est en vue, alors que les gouvernements redoublent d'efforts pour attirer – et retenir – la prochaine génération de chercheurs, ingénieurs et spécialistes des sciences et techniques nucléaires. Les raisons de cette frénésie ? En premier lieu, une pénurie naissante de main-d'œuvre spécialisée, une évolution inquiétante de la formation nucléaire dans les universités et instituts, et la perception, par le public, d'une industrie "stagnante" offrant peu de perspectives de carrière.

Plusieurs études et conférences internationales récentes ont permis d'appeler l'attention sur l'aspect "humain" de l'avenir du nucléaire.

■ En 1999, une étude de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développements économiques a sondé 16 de ses pays membres (voir encadré pages 4 et 5). Cette étude visait à répondre aux préoccupations liées à l'évaluation négative de l'enseignement du nucléaire dans les universités. "Dans la plupart des pays, les programmes complets et de qualité d'enseignement du nucléaire à l'université sont moins nombreux qu'auparavant", a-t-on noté. "Ne pas prendre de mesures appropriées aujourd'hui reviendrait à compromettre

gravement l'offre de main-d'œuvre qualifiée demain".

■ Aux États-Unis, pays qui a le programme nucléaire le plus important au monde, une équipe gouvernementale examinant l'évolution de l'enseignement et de la recherche nucléaires a remis son rapport en mai 2000, appelant à agir d'urgence. Elle a préconisé un financement accru et une assistance ciblée devant permettre de soutenir l'enseignement des techniques et sciences nucléaires, d'améliorer la formation et les réacteurs de recherche universitaires, et de rajeunir un corps enseignant et une main-d'œuvre vieillissants (voir article page 7).

■ Ailleurs, notamment en Asie et dans le Pacifique, où le nucléaire est fermement implanté pour la production d'électricité et d'autres applications, les tendances sont plus difficiles à discerner. Quelques renseignements filtrent des rapports de colloques internationaux sur la recherche et l'enseignement nucléaires. Une collection a été coparrainée par l'Université Tokai (Japon) et le Département de génie nucléaire de l'Université de Californie (Berkeley). Des rapports publiés en Chine, au Japon, en Thaïlande et ailleurs en 1999 et 2000 ont appelé l'attention sur la difficulté d'attirer et de retenir les étudiants en génie nucléaire et ceux des spécialités connexes (voir encadré pages 4 et 5).



■ À leurs récentes Conférences générales, les États Membres de l'AIEA ont adopté des résolutions appelant à prendre des mesures pour renforcer la coopération mondiale en matière de formation à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, à la gestion des déchets et aux applications du nucléaire à l'hydrologie et à d'autres domaines (voir les articles traitant de ces sujets). La Conférence générale a en outre prié l'Agence de soutenir particulièrement la mise au point d'applications nucléaires dans les États Membres "afin de préserver les connaissances, de soutenir les infrastructures, et d'encourager la science, la technique et l'ingénierie afin d'améliorer la sûreté nucléaire".

**Points communs.** Plusieurs points communs lient les études et les examens de colloques. Dans la plupart des pays, il est avant tout nécessaire de recruter, d'attirer et de retenir les jeunes – étudiants, professionnels débutants et

enseignants. Il s'agit notamment de revitaliser les programmes d'enseignement des sciences et techniques nucléaires, et de renouveler les campagnes d'assistance active et de recrutement menées par l'industrie.

Les perspectives sont meilleures en France, qui dépend à plus de 75 % du nucléaire pour son électricité et n'a aucune raison immédiate de craindre une pénurie de jeunes spécialistes. Selon l'AEN, la ventilation par âge des diplômés en génie nucléaire recrutés par la Commission française de l'énergie atomique montre une population relativement jeune "capable de conserver son savoir-faire dans les années à venir".

Un autre point commun est la nécessité de corriger les perceptions du public, qui tendent à jeter une ombre sur le nucléaire et influencent les choix universitaires et professionnels. En Belgique, notamment, l'AEN a noté que le nombre d'étudiants en génie nucléaire avait progressivement diminué à mesure que l'expansion du nucléaire s'était ralentie et que l'image du nucléaire s'était ternie.

Aux États-Unis, l'un des principaux objectifs de l'enseignement est de restaurer la confiance du public et l'image du nucléaire : "La revalorisation d'une perception positive du nucléaire favorisera le recrutement et la formation d'une nouvelle génération d'étudiants qui satisfera les besoins (en main-d'œuvre) des prochaines décennies", a ajouté l'AEN.

Les perceptions sont souvent liées à des impressions fausses, ce qui souligne la nécessité d'investir davantage dans la

communication. L'image d'une technologie "stagnante", par exemple, est souvent erronée.

"La technique nucléaire a été appliquée et continue de progresser dans de nombreux domaines : production d'énergie électrique et thermique, applications diagnostiques et thérapeutiques, essais non destructifs ...", a affirmé l'AEN. "L'éducation est nécessaire ... pour sensibiliser un plus large public aux questions liées au nucléaire".

La question transcende les perspectives pro- et antinucléaires.

"Que l'on soutienne, combatte ou soit indifférent à l'énergie nucléaire, il existe manifestement en la matière", a noté l'AEN, "des questions actuelles et futures qui nécessitent d'importantes connaissances : exploitation sûre et économique des installations électronucléaires et de recherche, dont certaines prolongeront considérablement leur durée de vie; déclassement des centrales; protection de l'environnement; gestion des déchets et radioprotection". Ces besoins nécessiteront un apport constant d'étudiants de qualité et d'études solides.

Un troisième élément commun est la nécessité d'une collaboration accrue entre les gouvernements, l'industrie et le monde de l'enseignement; entre pays en développement et pays industrialisés; et entre organismes internationaux, régionaux et non gouvernementaux. Ainsi, les bonnes pratiques nationales, les initiatives prometteuses et les stages et bourses de terrain pourront être partagés et plus largement mis en pratique (*voir encadré page 6*).

**Initiatives mondiales.**  
Parallèlement à son étude,

l'AEN a créé un groupe international d'experts sur la formation nucléaire. L'AIEA a participé à ce forum dans le cadre de l'examen et de l'amélioration de ses programmes de formation. L'Agence met également en œuvre des projets visant à "préserver les connaissances nucléaires".

Comme le montrent les articles du présent *Bulletin*, les possibilités de formation offertes par l'AIEA sont variées et étroitement liées aux programmes techniques et scientifiques servant certains objectifs de développement des États Membres de l'Agence. Ce numéro ne couvre pas tous les domaines d'activité de l'AIEA; de plus amples renseignements figurent dans son *Rapport annuel*, ses publications scientifiques et techniques, et son site Internet *WorldAtom* (<http://www.iaea.org>).

Personne ne voit encore de "crise" de la formation nucléaire, et les pays visent les problèmes les plus pressants. Cependant, les délais de formation de spécialistes sont longs et le but est de prévenir d'éventuelles répercussions sur toute la ligne. Aux États-Unis, par exemple, une législation vient d'être promulguée pour renforcer le financement, par l'État, de la formation et de la recherche nucléaires jusqu'en 2006, et les industries recrutent plus activement.

Les portes de la formation s'ouvrent au bon moment. D'après les analystes américains, la demande, sur le marché du nucléaire, dépasse l'offre pour les esprits les plus brillants. --

*Lothar Wedekind, Division de l'information de l'AIEA.*

## PROBLÈMES ET PERSPECTIVES : L'ENSEIGNEMENT DU NUCLÉAIRE DANS DIFFÉRENTS PAYS

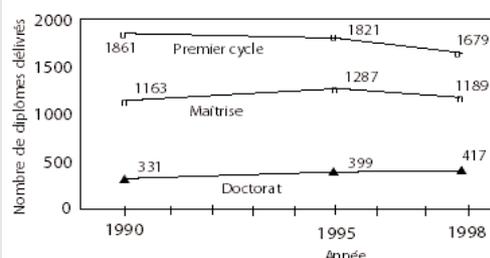
L'enseignement du nucléaire varie d'un pays à l'autre et est étroitement lié aux schémas globaux d'enseignement des sciences et des techniques. Le présent tableau concernant certains pays est largement tiré de l'étude intitulée *Nuclear Education and Training: Cause for Concern?* réalisée en 2000 par l'AEN dans 16 pays\*, ainsi que de rapports de colloques internationaux. Pour le rapport des États-Unis, voir page 7.

**Chine :** La demande de talents est "énorme" en raison du développement de l'énergie et des techniques nucléaires dans l'industrie, la santé et d'autres secteurs. Dans le même temps, de plus en plus de jeunes étudiants placent plutôt l'informatique, l'économie et d'autres disciplines que les sciences nucléaires. On ne voit aucune "façon immédiatement efficace d'attirer les étudiants brillants vers le génie nucléaire". Cependant, les grandes universités ont modifié les programmes de génie nucléaire dans le cadre de la réforme de l'enseignement pour attirer davantage d'étudiants et ont déterminé les axes à privilégier, notamment la formation en cours d'emploi dans le domaine de la recherche-développement. Il faudrait développer l'interaction avec les universités et institutions étrangères spécialisées dans le génie nucléaire grâce à des programmes d'échange de spécialistes et d'informations.-- *"Nuclear Engineering Education at Tsinghua University in Beijing"*, Kan Wang et Baoshan Jia, juillet 2000, et *"Nuclear Engineering Education in China"*, Xu Yuanbui, Institut de technologie nucléaire de l'Université de Tsinghua, mars 1998; *Colloque international sur l'avenir énergétique de la région Asie/Pacifique, coparrainé par l'Université Tokai (Japon) et le Département de génie nucléaire de l'Université de Californie (Berkeley). Actes du colloque sur Internet : <http://tauon.nuc.berkeley.edu/asia/index.html>.*

**Thaïlande :** Une coopération internationale en matière d'enseignement du nucléaire est nécessaire pour maintenir la technologie à son niveau le plus élevé. Les pays nucléaires et ceux qui le deviennent doivent nouer des relations et coopérer sérieusement.

\*Belgique, Canada, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Italie, Japon, Mexique, Pays-Bas, République de Corée, Royaume-Uni, Suède, Suisse et Turquie.

DIPLÔMES DÉLIVRÉS EN MATIÈRE NUCLÉAIRE



Note : Données couvrant 154 instituts de 16 pays.  
Source : AEN/OCDE, *Nuclear Education and Training: Cause for Concern?* (2000)

La Thaïlande a profité de divers programmes de collaboration avec le Canada, la France, le Japon et les États-Unis, et de projets de l'AIEA : projet de jumelage d'universités canadiennes et thaïlandaises; programme d'échange de chercheurs entre instituts et laboratoires japonais et thaïlandais; et coopération avec la France pour la formation d'étudiants et d'enseignants thaïlandais dans des laboratoires français.-- *"Nuclear Engineering Education in Thailand: Present Status"*, T. Sumitra et N. Chankow, Département de génie nucléaire, Université Chulalongkorn, mars 1999; *Colloque international sur l'avenir énergétique de la région Asie/Pacifique, coparrainé par l'Université Tokai (Japon) et le Département de génie nucléaire de l'Université de Californie (Berkeley). Actes du colloque sur Internet : <http://tauon.nuc.berkeley.edu/asia/index.html>.*

**Japon :** La perception du nucléaire par le public, surtout après l'accident de Tchernobyl, a jeté une ombre qui influence les choix universitaires. Dans les grandes universités, les départements de génie nucléaire ont été remplacés par des départements rebaptisés qui mettent en avant l'énergie, les sciences ou les systèmes, le nucléaire s'insérant dans ces programmes. Il en a résulté une augmentation du nombre de diplômés dans différentes spécialités et dans des domaines scientifiques plus vastes. La restructuration de l'industrie nucléaire et la diversité des possibilités d'emploi dans d'autres industries ont créé des problèmes pour recruter les meilleurs étudiants dans le nucléaire. L'impression prévaut souvent parmi les jeunes qu'il n'existe aucune perspective de carrière dans le nucléaire. De nombreuses mesures ont été prises pour combattre cette tendance, dont l'instauration d'une collaboration entre pouvoirs publics, industrie et universités.-- *"Nuclear Engineering Education in the 21st Century"*,

*Prof. Shiori Ishino, Département de génie nucléaire, Université Tokai, juillet 2000; Colloque international sur l'avenir énergétique de la région Asie/Pacifique, coparrainé par l'Université Tokai (Japon) et le Département de génie nucléaire de l'Université de Californie (Berkeley). Actes du colloque sur Internet : <http://tauon.nuc.berkeley.edu/asial/index.html>. Étude OCDE, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?", 2000, sur Internet : <http://www.nea.fr>.*

**Mexique :** Les autorités ont pris des mesures pour former le personnel à des matières allant de la radioprotection à la sûreté des réacteurs nucléaires. Le soutien de l'AIEA et d'autres organisations a permis au personnel de suivre des stages à l'étranger. Une formation aux techniques de base a aussi été dispensée, les candidats manquant souvent de connaissances structurées en génie nucléaire. L'avenir de l'enseignement nucléaire est incertain et les programmes spécialisés des universités et instituts éprouvent des difficultés, les étudiants préférant les sciences ou les mathématiques au génie nucléaire et les enseignants approchant de la retraite. Néanmoins, des programmes de troisième cycle ont été créés à la fin des années 90. Des initiatives ont été prises par les pouvoirs publics, les universités et l'industrie, mais il faudra investir davantage dans les quatre à cinq prochaines années pour préparer les jeunes aux carrières nucléaires.-- Étude OCDE, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?", 2000, sur Internet : <http://www.nea.fr>.

**Royaume-Uni :** L'enseignement nucléaire n'est pas encore en crise mais connaît quelques tensions. Il n'existe plus d'enseignement de premier cycle du nucléaire, mais le nombre d'étudiants comptant cette discipline dans leur programme est resté constant entre 1990 et 1998, augmentant même légèrement. Dans le même temps, les besoins en recrutement et en recherche ont diminué, l'industrie étant parvenue à maturité et cherchant à devenir plus compétitive dans un secteur énergétique déréglementé. Le but est que l'enseignement reste suffisamment solide et souple pour soutenir l'industrie nucléaire à mesure qu'elle évolue. Certaines entreprises collaborent étroitement avec l'université, y compris British Nuclear Fuels Ltd., qui a travaillé avec des universités pour créer un centre d'excellence en chimie nucléaire. En matière d'emploi, l'industrie nucléaire a traditionnellement recruté les meilleurs étudiants, car elle offrait les meilleures ressources et installations et était à la pointe de la

technique. Sa perception par de nombreux diplômés potentiels a cependant évolué négativement. Les opérations de relations publiques des entreprises n'ont pas visé spécifiquement le recrutement, mais l'ont certainement facilité.-- Étude OCDE, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?", 2000, sur Internet : <http://www.nea.fr>.

**Hongrie :** L'enseignement nucléaire a été étroitement lié à la construction, à l'exploitation et à l'avenir de la centrale nucléaire du pays, qui satisfait près de 40 % des besoins en électricité. Des spécialisations dans l'énergie nucléaire, la radiochimie et les techniques de mesure nucléaires ont par exemple été proposées dans le cadre de programmes techniques et scientifiques universitaires. Avec l'aide de l'AIEA, un centre de maintenance a été construit et une nouvelle génération d'instructeurs formée dans le cadre d'un projet visant à améliorer la formation des employés des centrales nucléaires. Les besoins en formation seront liés à l'évolution du secteur : déclassement, prolongement de la durée de vie et construction de nouvelles centrales.-- Étude OCDE, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?", 2000, sur Internet : <http://www.nea.fr>. (pour un rapport sur le centre de formation, voir le site WorldAtom : <http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/TcDevelop/five.html#hungary>).

**Canada :** L'évolution de la structure et du financement de l'industrie nucléaire risque d'influer négativement sur l'enseignement à l'avenir. Dans les années 90, le nombre de jeunes étudiant ou ayant étudié des disciplines nucléaires est resté relativement constant, de même que le nombre d'enseignants. L'avenir, cependant, risque d'être moins stable : réorganisation de l'industrie, abandon de certains programmes universitaires de recherche nucléaire, et mauvaise opinion du public. Actuellement, le marché de l'emploi pour les nouveaux diplômés en génie nucléaire est très favorable, les entreprises publiques souhaitant rénover les réacteurs existants. Cette offre va probablement diminuer jusqu'à ce qu'une atmosphère plus positive règne dans l'industrie. Un bon point : la prise en considération, par les pouvoirs publics, de l'accord de Kyoto sur la réduction des gaz à effet de serre et le rôle éventuel, dans cette optique, du nucléaire.-- Étude OCDE, "Nuclear Education and Training: Cause for Concern?", 2000, sur Internet : <http://www.nea.fr>.

## “EXCELLENTE PRATIQUES” POUR REVITALISER LA FORMATION NUCLÉAIRE

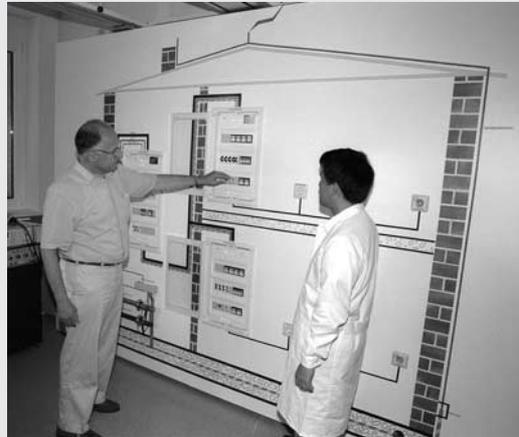
Pour inverser l'évolution inquiétante de la formation nucléaire, des experts participant à des études nationales et internationales ont recommandé des mesures que les gouvernements, les industries et l'université pourraient prendre – seuls ou ensemble. En outre, l'étude de l'AEN a recensé d'"excellentes pratiques" dans les rapports publiés par les pays participants. Il faudrait :

■ **Susciter un intérêt préalable pour le nucléaire en :** sensibilisant les étudiants par des journées "portes ouvertes" sur les campus, centres de recherche ou réacteurs; publiant des bulletins, affiches et sites Internet; organisant des programmes d'été; publiant un manuel d'information sur le nucléaire pour les enseignants; instituant un parrainage d'étudiants par des laboratoires; organisant des voyages de recrutement, des présentations du nucléaire aux étudiants de première année, et des conférences par l'industrie et les instituts de recherche.

■ **Renforcer la teneur des études techniques en :** plaçant davantage l'accent sur le nucléaire dans les cours de physique et de physique appliquée; organisant des séminaires sur le nucléaire parallèlement au programme existant en faisant intervenir des orateurs extérieurs; organisant des réunions d'information sur le nucléaire, les formations, recherches et sujets de thèses; examinant les perspectives de carrière et les professions; et en appelant l'attention sur les atouts écologiques du nucléaire (fission, fusion et sources renouvelables contre combustibles fossiles).

■ **Modifier la teneur des formations aux sciences et techniques nucléaires en :** incluant des cours spécialisés (fiabilité et évaluation des risques); élargissant le programme à des sujets tels que la médecine nucléaire et la physique des plasmas; couvrant l'ensemble de la filière nucléaire (cycle du combustible, conditionnement des déchets, comportement des matériaux); assurant un contact rapide avec le matériel, les installations et les problèmes de l'industrie; et en offrant des stages intéressants dans l'industrie et les centres de recherche.

■ **Renforcer les contacts préprofessionnels en** encourageant la participation des étudiants aux activités de l'association nucléaire locale et de son "réseau de jeunes".



■ **Proposer des bourses d'étude et de formation.** Outre la promotion d'activités de soutien (surtout technique), l'industrie peut participer financièrement en offrant des bourses d'étude ou en lançant de nouveaux programmes de formation. Le montant des bourses varie largement d'un pays à l'autre. Les associations universitaires, les instituts de recherche et les pouvoirs publics peuvent aussi apporter une aide financière. Le nombre de ces bourses est resté relativement stable.

■ **Renforcer les réseaux d'enseignement du nucléaire.** Instituer et promouvoir des collaborations nationales et internationales entre programmes de formation (université d'été, cours spécialisés). Proposer aux employés de l'industrie des activités professionnellement plus intéressantes et stimulantes et mieux rémunérées que celles des secteurs non nucléaires. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'un salaire plus élevé est utilisé pour attirer de jeunes diplômés.

■ **Offrir aux étudiants (potentiels) davantage de possibilités de "toucher du doigt", de rencontrer des enseignants et des chercheurs, et de participer à des projets de recherche.**

■ **Offrir aux lycéens et étudiants la possibilité de participer avec des enseignants et d'autres professionnels à des activités de recherche.** Utiliser l'Internet et d'autres sources d'information pour communiquer plus activement avec d'éventuels étudiants.

*Photo : Des possibilités de formation sont offertes par l'AIEA à travers divers programmes.*