



Une timide

Victor M. Murogov

Des voix appellent, dans le monde, à concevoir des réacteurs avancés et à promouvoir l'enseignement du nucléaire. L'avenir est loin d'être clair.

Alors que les questions d'énergie préoccupent la planète, quel rôle envisage-t-on pour le nucléaire dans les décennies à venir ? En fait-on assez pour mettre en œuvre, en particulier dans les pays en développement, où la demande d'énergie croît le plus vite, les nouveaux réacteurs nécessaires et le savoir qui permettra de les exploiter en toute sûreté ? Il n'existe aucune réponse facile, mais des tendances se dessinent.

Dans le secteur nucléaire, la main d'œuvre, les techniques utilisées et l'éducation de la prochaine génération de responsables sont en pleine mutation. L'un des principaux défis, dans ce domaine, consiste à préserver le savoir et l'expérience acquis afin de disposer de solides bases qui permettront de trouver des solutions sûres et fiables.

Certaines initiatives mondiales, heureusement, peuvent aider à pérenniser le nucléaire et sa contribution au développement durable. Elles émanent notamment de l'AIEA, tel le Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO), et de l'Université mondiale du nucléaire (UMN). Elles aident à sensibiliser l'opinion à la nécessité

d'organiser l'éducation et le savoir et de mettre en œuvre des techniques nucléaires avancées.

En Russie, malheureusement, comme aux États-Unis, en Europe occidentale et dans les pays nucléaires en développement, l'enseignement théorique et pratique du nucléaire laisse à désirer. Il faudrait, pourtant, préserver les décennies d'une expérience qui a alimenté ces initiatives internationales. Des occasions, selon moi, se perdent, ce qui compromet l'avenir du nucléaire. Un bilan s'impose donc.

INPRO et sécurité énergétique

L'INPRO a vu le jour suite à l'appel que le Président Poutine a lancé en 2000, au Sommet du Millénaire, en

La Chine possède, en matière d'énergie nucléaire, des plans ambitieux. On voit ici la salle de commande de la centrale de Qinshan. Photo : Pavlicek/AIEA

faveur d'une coopération internationale dans le nucléaire. Il se fixe comme objectif la sécurité énergétique mondiale et la mise au point de réacteurs et de cycles du combustible innovants qui excluraient le recours au plutonium séparé et à l'uranium hautement enrichi, ce qui résoudrait les problèmes de sûreté et de prolifération.

À ce jour, l'INPRO regroupe 26 pays et organisations : Afrique du Sud, Allemagne, Argentine, Arménie, Brésil, Bulgarie, Canada, Chili, Chine, Espagne, États-Unis, Fédération de Russie, France, Inde, Indonésie, Japon, Maroc, Pakistan, Pays-Bas, République de Corée, République tchèque, Slovaquie, Suisse, Turquie, Ukraine et Commission européenne.

› une disparité croissante de la consommation d'énergie entre pays riches et pauvres.

Elle montre que les techniques nucléaires, loin de n'être qu'un élément du marché de l'énergie, vont bien au-delà de la production d'électricité, pénétrant les sphères sociale, politique et économique des sociétés industrielles sous diverses formes :

- › médecine nucléaire (santé) ;
- › techniques nucléaires (alimentation et agriculture) ;
- › applications nucléaires (contrôle de la qualité dans l'industrie) ;
- › lasers, accélérateurs, production d'isotopes (science, recherche et industrie) ;
- › énergie nucléaire (approvisionnement en eau potable).

Dans des pays industrialisés tels que les États-Unis, le Japon et ceux de l'Europe occidentale, les applications non électriques des techniques nucléaires dépassent celles liées à la production d'électricité. Les techniques nucléaires utilisées en médecine, dans l'industrie, dans l'agriculture et dans d'autres domaines ont donc un impact important sur les économies industrielles.

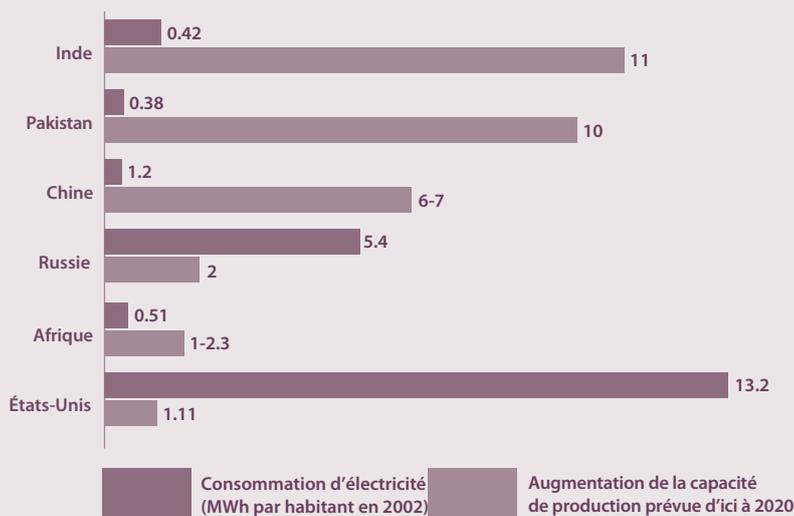
L'énergie nucléaire peut, par conséquent, aider de façon essentielle les pays à atteindre leurs objectifs de développement durable, ce qui ne pourra se faire, cependant, qu'en construisant des réacteurs innovants. Telle est la thèse avancée dans l'analyse de l'INPRO et par les experts du Forum International Génération IV qui, lancé par les États-Unis, se fixe comme objectif la mise en place de systèmes nucléaires de la « prochaine génération ».

Comment l'avenir énergétique mondial se présente-t-il ? D'après les estimations, en 2050, la population mondiale atteindra 10 à 12 milliards d'habitants, la consommation globale d'énergie doublant ou triplant. La consommation d'électricité, elle, devrait croître cinq à sept fois plus vite.

Il est à noter qu'à hauteur d'environ 70%, la croissance de la consommation d'énergie sera imputable aux pays en développement. Face à cette croissance, on ne pourra, pour diverses raisons allant de la limitation des ressources pétrolières à la crainte de l'effet de serre, faire appel aux hydrocarbures. Il faudra, dans ce contexte, que la part du nucléaire dans le marché mondial de l'énergie atteigne 35% en 2050.

Au cours du siècle, également, la structure des marchés de l'énergie évoluera. Un nouveau marché apparaît,

Électricité : besoins et perspectives



Source : AIEA

Pour répondre à la demande croissante, les pays et régions vont augmenter, d'ici à 2020, leur capacité de production installée de facteurs juste supérieurs de un (États-Unis) à onze (Inde).

Une analyse réalisée dans le cadre de l'INPRO dresse un tableau assez clair de la situation de l'énergie dans le monde. Elle fait apparaître :

- › une forte croissance de la population et de la demande d'énergie ;
- › une vive concurrence pour l'accès aux ressources fossiles limitées et inégalement réparties ;
- › une instabilité croissante des pays exportateurs de pétrole ;
- › des préoccupations et des restrictions écologiques croissantes ;

celui de la production d'hydrogène – dont les projections montrent qu'il contribuera à accroître le rôle du nucléaire d'ici à la fin du XXI^e siècle. Alors, la production nucléaire d'électricité pourrait atteindre 12 000 à 15 000 gigawatts électriques (GWe), contre 364 GWe aujourd'hui.

Dans le domaine de la recherche de systèmes nucléaires innovants, trois grandes orientations se dessinent :

L'une des conclusions les plus déterminantes des experts de l'INPRO et du Forum International Génération IV est que seul un cycle fermé – avec recyclage du plutonium dans des réacteurs rapides – pourra faire du nucléaire un acteur à part entière du marché mondial de l'énergie.

Il faudra mettre au point de nouveaux réacteurs à sûreté intrinsèque dotés de systèmes de sûreté passive.

Il faudra diversifier les techniques nucléaires pour pouvoir les utiliser dans le chauffage urbain (qui devrait atteindre 20 à 25% du marché de l'énergie) et dans les transports (actuellement 30 à 35% dans les pays développés) grâce à une production d'hydrogène appuyée par des réacteurs à haute et très haute températures refroidis par gaz.

Comme nous l'avons vu, cependant, un accroissement du nombre de réacteurs suscite des craintes de prolifération. L'INPRO tient compte de ces craintes.

Au-delà de la comptabilité des matières fissiles et des garanties, l'INPRO fait de nombreuses propositions :

› développer le système existant des garanties de l'AIEA, y compris les systèmes nationaux de protection physique contre le sabotage et le terrorisme ;

› opposer des obstacles physiques et techniques au trafic de matières nucléaires ;

› envisager, pour le retraitement et l'évacuation des déchets, l'enrichissement de l'uranium, le recyclage du plutonium dans des réacteurs rapides et la fourniture d'uranium faiblement enrichi (²³⁵U et ²³⁸U aujourd'hui et ²³³U et ²³⁸U à l'avenir), un accord portant création de centres internationaux appuyés par l'AIEA.

Pour résumer, l'INPRO vise à façonner, en matière d'énergie nucléaire, un nouveau régime qui, concrètement, passerait par un nouvel accord international relatif à son utilisation pacifique et par un rôle croissant de l'AIEA, son principal garant.

On soulignera, dans ce domaine, la nécessité d'une coopération internationale. Parmi ses 26 membres, par exemple, l'INPRO compte la Chine, l'Inde et la Russie. La Chine et l'Inde (qui à elles deux compteront, en 2050, plus de trois milliards d'habitants) ont d'ambitieux programmes nucléaires. Il va donc falloir, face aux problèmes d'énergie et d'environnement, mettre au point les modalités d'une coopération internationale et d'un transfert de technologie nucléaire.

Enseignement du nucléaire : une crise de croissance

Dans le domaine nucléaire, la préservation et le transfert du savoir vers la nouvelle génération passent par la coopération Nord-Sud et Ouest-Est. C'est ainsi qu'a été inaugurée, en 2004, avec l'appui de l'AIEA, de l'Association nucléaire mondiale, de l'Agence de l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE et de l'Association mondiale des exploitants nucléaires, l'Université mondiale du nucléaire (UMN).

L'UMN regroupe les programmes d'enseignement du monde entier et prolonge l'INPRO en ceci qu'elle tient compte de la nécessité d'orienter le savoir et l'expérience des pays industrialisés vers ceux en développement. L'AIEA, par exemple, possède la plus grande base de données relatives aux applications pacifiques de l'énergie nucléaire – le Système international de documentation nucléaire (INIS) – et met en œuvre un dynamique programme international de gestion du savoir. L'idée est qu'une coopération internationale pour la mise en place de systèmes nucléaires innovants et la gestion du savoir est l'une des conditions à remplir pour qu'à l'avenir le nucléaire joue un rôle.

En Union soviétique, l'enseignement du nucléaire formait une branche distincte de l'enseignement scientifique et technique. Les personnes qui étudiaient ou enseignaient le nucléaire bénéficiaient de privilèges (soutien financier, salaire, bourses d'étude) qui incitaient les plus capables à faire carrière dans le nucléaire. C'est cette idée qui a sous-tendu la création de l'UMN. Les étudiants intéressés et talentueux sont soigneusement sélectionnés pour fréquenter, comme boursiers, des cours d'été de l'UMN où ils peuvent rencontrer des chercheurs et des spécialistes de renommée mondiale.

En Russie, au contraire, l'enseignement du nucléaire est aujourd'hui ramené du rang de priorité absolue à celui de discipline universitaire ordinaire. Cette évolution est regrettable. Les principales universités spécialisées dans le nucléaire (Institut de mécanique et de physique de Moscou et Institut national de génie nucléaire d'Obninsk) sont passées de la tutelle de RosAtom (Agence fédérale de l'énergie nucléaire) à celle du Ministère de l'éducation et de la science, qui n'offre pas l'appui requis pour rendre les carrières nucléaires attrayantes pour les jeunes.

La Russie, par exemple, a été le pays le plus en pointe dans le domaine des réacteurs rapides et de l'enseignement du nucléaire. Sa stratégie de développement du nucléaire, en effet, se fonde sur le rôle moteur que ces réacteurs joueraient dans un futur cycle fermé. Or, il n'existe pas, au plan national, de programme de préservation du savoir et de l'expérience acquis dans ces domaines.

De même, jusqu'à une date récente, la Russie ne participait pas à l'UMN, institution d'enseignement regroupant les principaux pays nucléaires. Le paradoxe, c'est qu'alors que la communauté mondiale utilise, pour dispenser cet

enseignement, l'expérience soviétique acquise dans les années 60 à l'Institut de mécanique et de physique et à l'Institut de physique et de technologie de Moscou, la Russie, elle, dénigre cette expérience.

Selon moi, la situation de l'enseignement nucléaire russe est réellement critique. Il ne reste pas plus de cinq ans pour rassembler et transférer le savoir et l'expérience acquis vers une nouvelle génération de spécialistes. Faute d'un changement radical d'attitude des pouvoirs publics, on s'achemine vers une catastrophe.

La Russie fait face à une érosion de sa culture, de son expérience et de son savoir nucléaires. Ce fossé des générations est regrettable. De nouveaux étudiants s'inscrivent certes dans les filières nucléaires, mais leur qualité est inférieure à celle d'il y a deux décennies. Cela s'explique en grande partie par le faible salaire des universitaires, qui se traduit par une baisse du niveau d'enseignement. Un autre facteur est le vieillissement de la main d'œuvre. Les principaux spécialistes du nucléaire ont aujourd'hui entre 60 et 70 ans. On manque de spécialistes innovants âgés de 35 à 45 ans, ce qui compromet le programme fédéral de développement nucléaire.

Ce problème, cependant, n'est pas uniquement russe. Pour les spécialistes, il est clair que la communauté nucléaire doit agir d'urgence si elle veut préserver le savoir qu'elle a accumulé. Il faut, à tout le moins, proposer des incitations économiques sous la forme d'appuis financiers à la recherche nucléaire, d'enseignants spécialisés et de bourses pour étudiants avancés.

Des initiatives locales bien ancrées. Pour favoriser une renaissance du nucléaire dans le monde, il faut bénéficier d'un appui institutionnel et scientifique. Or, il est possible de raviver les meilleures traditions nationales d'enseignement du nucléaire en mettant en œuvre des activités correspondantes au sein de programmes universitaires de physique et de mathématique et en instaurant une étroite collaboration avec les centres expérimentaux et techniques de grands laboratoires nucléaires nationaux. En Russie, des activités de ce type voient le jour grâce à des initiatives locales amorcées à proximité de grands centres scientifiques et industriels situés à Tomsk, à Dimitrovgrad et à Obninsk.

Obninsk, berceau du nucléaire pacifique russe, offre une excellente occasion de créer un centre intégré d'enseignement des sciences et techniques nucléaires. La ville accueille, en effet, 12 instituts de recherche nucléaire dotés d'installations expérimentales. Par décret spécial du Président promulgué en 2000, elle a acquis le statut spécial de première Ville scientifique (« Naukograd », en russe) de la Fédération de Russie.

Malgré ce statut honorable, la réalité est que la base expérimentale d'Obninsk vieillit et produit très peu de nouveaux résultats scientifiques. Sans programmes de recherche appuyés au niveau fédéral, elle ne fait que vieillir, en pure perte. Elle pourrait, pourtant, être

très utile pour dispenser un enseignement théorique et pratique.

Obninsk compte environ 100 000 habitants, qui possèdent un bon niveau d'instruction. On y recense plus de 1 100 doctorants ou docteurs ès sciences, plus de 12 000 chercheurs et quelque 8 000 étudiants. Le principal établissement d'enseignement de la ville est l'Institut national de génie nucléaire. Cet établissement est la seule université de Russie qui soit parvenue à conserver un programme d'enseignement intégré couvrant un vaste ensemble de disciplines liées aux sciences, aux techniques et au génie nucléaires.

En 2005, la première Association russe pour la science et l'éducation nucléaires (ARSEN) a vu le jour à Obninsk. Créée et appuyée par d'éminents chercheurs de l'Université d'Obninsk, de l'Institut Kurchatov (Moscou), du Centre radiologique de recherche médicale de l'Académie russe des sciences médicales (Obninsk) et de l'Institut de physique théorique et expérimentale (Moscou), l'ARSEN est une association à but non lucratif et à participation ouverte.

En décembre 2006, l'ARSEN a mis au point et accueilli, en coopération avec l'AIEA et l'UMN, son premier séminaire, intitulé « Les techniques nucléaires au service de la vie au XXI^e siècle ». De tels séminaires – dont plusieurs séminaires internationaux – se sont tenus et se tiendront régulièrement à Obninsk.

Alors qu'elle a reçu un soutien financier local, l'ARSEN n'a malheureusement reçu aucun appui d'instances fédérales telles que RosAtom ou le Ministère de l'éducation et de la science. Cela témoigne de la vision bureaucratique et à court terme qu'ont les pouvoirs publics du problème qui consiste à préserver les compétences, le savoir, l'expérience et les ressources humaines nécessaires au développement du nucléaire en Russie.

Les initiatives internationales amorcées ces dernières années avec l'appui de l'AIEA peuvent contribuer de façon décisive à une « renaissance du nucléaire » qui aidera la planète à réduire la pauvreté et à améliorer les conditions de vie. L'ironie, c'est que ces initiatives s'appuient sur une expérience russe qui, aujourd'hui, malheureusement, s'estompe en Russie. Avec un soutien accru, selon moi, on peut encore inverser la tendance.

Victor Murogov (victor_murogov@mail.ru), ancien Directeur général adjoint de l'AIEA en charge du Département de l'énergie nucléaire, enseigne à l'Institut national de génie nucléaire d'Obninsk (Russie). Ont également contribué au présent essai N.N. Ponomarev-Stepnoy et A.G. Kalandarishvili (Institut Kurchatov, Moscou), et V.V. Artisyuk, Y.A. Korovin et A.I. Voropaev (Institut national de génie nucléaire d'Obninsk).