

Les promesses de l'innovation

Les horizons de l'énergie nucléaire

Victor Mourogov

50 ans après « *L'atome au service de la paix* », où va l'énergie nucléaire ? Est-ce un avenir « plus vert » qui nous attend ? Le temps est maintenant venu de passer de « *L'atome au service de la paix* » à « *L'atome au service de la paix et de la prospérité* ».

Personne n'a la science infuse, mais certains faits sont incontestables. L'un de ces faits est que les besoins mondiaux en énergie vont croissant. Toutes les études indépendantes réalisées dans le monde prédisent une importante augmentation de la demande d'énergie dans les décennies à venir. Les principaux moteurs en sont la croissance démographique et le développement économique, principalement dans les pays en développement, où des milliards d'individus sont toujours privés d'électricité.

Un autre fait est que l'énergie nucléaire est l'une des principales options dont nous disposerons demain pour produire de l'électricité, et ce pour des raisons aussi bien écologiques qu'économiques. Aujourd'hui, l'énergie nucléaire produit 16% de l'électricité mondiale. Même si nous sommes loin des projections optimistes des années 60, cette proportion est importante et le nucléaire est bien placé pour jouer, à l'avenir, un rôle plus important. L'étude de types avancés et « innovants » de centrale nucléaire permet d'envisager la mise au point de centrales polyvalentes produisant, par exemple, de l'électricité, de l'hydrogène et de l'eau de boisson à partir des océans (voir encadré ci-après).

Un troisième signe est lié à la nécessité de disposer, pour atteindre les objectifs du « développement durable », d'une énergie plus propre et plus verte. La chaîne complète de l'énergie nucléaire, de l'extraction du minerai au stockage des déchets, n'émet que deux à six grammes de carbone par kilowattheure. C'est environ deux fois moins que le charbon, le pétrole ou même le gaz naturel, et à peu près autant que l'énergie éolienne ou solaire.

Le concept admis de développement durable consiste à développer les ressources en maintenant ouvertes toutes les options. Or, sans innovation et sans soutien politique, aucune option ne sera tenable dans le climat économique, environnemental et technologique en constante évolution.

Une nécessaire innovation

Le XXI^e siècle promet les marchés les plus ouverts, les plus concurrentiels et les plus mondialisés que l'humanité ait jamais connus, ainsi qu'un progrès technologique effréné. Pour l'énergie nucléaire comme pour les autres énergies, cela va

poser des problèmes. Bien que l'atome fournisse maintenant une bonne part de l'électricité mondiale, sa part de l'énergie totale est relativement faible – entre 4 et 6% en fonction de la façon dont on la calcule. Et, tandis que l'énergie est surtout nécessaire dans les pays en développement, quatre centrales nucléaires sur cinq sont implantées dans des pays industrialisés.

Les problèmes critiques qu'il faudra résoudre sont bien connus : coût d'investissement élevé des nouvelles centrales et craintes liées aux risques de prolifération et à la sûreté (y compris celle du stockage des déchets), notamment.

L'AIEA et d'autres programmes affrontent ces problèmes en lançant d'ambitieux projets associant pays industrialisés et en développement. On peut citer, comme exemple, le Forum international Generation IV (GIF) et le Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO). Ces projets utilisent les idées, les résultats et l'expérience d'outils actuels de recherche-développement et de systèmes avancés de production d'énergie nucléaire pour relever les défis de demain.

Bien que ce soit souvent lui qui décide du sort de nouvelles initiatives, le marché n'a pas toujours raison lorsqu'il s'agit du bien commun. Les gouvernements et les gens qui les influencent orientent de façon décisive, dans les pays riches comme dans les pays pauvres, l'évolution des systèmes énergétiques. C'est d'eux que dépendent principalement les sciences et la recherche fondamentales ainsi que les investissements à long terme. Dans le domaine de l'énergie, en particulier, les investissements et le soutien accordés par les gouvernements contribueront de façon déterminante à la recherche de solutions durables capables de remplacer les approvisionnements limités en combustibles fossiles, et de répondre à la demande croissante de solutions énergétiques propres.

Les gouvernements, cependant, ne peuvent agir seuls. Les problèmes sont trop divers et complexes, et les inquiétudes du public concernant la prolifération et la sûreté dépassent le cadre des frontières nationales. C'est pourquoi il faut instaurer une vaste coopération internationale et combiner les efforts déployés par de nombreux pays.

Des concepts pour l'avenir

Le projet de l'AIEA baptisé INPRO est une réponse de pays qui souhaitent résoudre les problèmes auxquels est confrontée l'énergie nucléaire. Tous les États Membres de l'Agence peuvent y participer. Y participent actuellement des pays industrialisés,

des pays en développement, des puissances nucléaires et des pays intéressés par cette option.

Ce projet encourage la conception et la mise au point communes de systèmes avancés de production d'énergie nucléaire dans l'optique des années 2050. Ces systèmes doivent satisfaire des exigences précises dans plusieurs domaines essentiels : économie, protection de l'environnement (y compris la gestion des déchets), sûreté, résistance à la prolifération et problèmes transversaux découlant de prescriptions techniques, juridiques et institutionnelles.

Des études sont menées actuellement pour tester les critères des réacteurs et les améliorer. Ces études, menées en Argentine, au Brésil, en Inde, en République de Corée et dans la Fédération de Russie, portent sur différents types de réacteur et de systèmes. On procède également à la compilation d'informations et de données d'expérience provenant d'études complémentaires. Plus de vingt concepts innovants de réacteur nucléaire sont à l'étude dans le monde.

De nouvelles orientations pour les techniques nucléaires

L'un des premiers résultats importants obtenus par l'INPRO est la prise de conscience du fait que l'un des aspects essentiels est le cycle du combustible nucléaire, c'est-à-dire la chaîne d'activités qui va de l'extraction de l'uranium à la gestion des déchets en passant par la production de combustible et d'électricité. Ce cycle présente, pour le développement du nucléaire, des problèmes à deux titres. L'un a trait aux pays en développement, dont les besoins en électricité sont énormes et l'infrastructure énergétique, en revanche, limitée. L'autre a trait aux inquiétudes du public en matière de prolifération nucléaire.

Face à ces problèmes, il est utile de considérer le réacteur comme n'étant qu'un élément du cycle du combustible nucléaire. Le cycle déterminera l'ampleur des ressources en combustible et l'efficacité avec laquelle elles sont utilisées. Il déterminera l'ampleur des déchets et l'efficacité avec laquelle ils sont stockés et gérés. Il déterminera l'impact sur l'environnement, critère sur lequel les systèmes énergétiques sont de plus en plus souvent jugés. Enfin, il déterminera s'il est facile ou difficile de réduire les risques de prolifération pour offrir les assurances que les gouvernements et le public exigent.

À long terme, il se peut qu'il n'existe pas de stratégie unique du cycle du combustible nucléaire qui soit la mieux adaptée à tous les pays. Les enjeux étant importants, la stratégie retenue fera la différence.

Ici aussi, la coopération mondiale pourra rapporter gros. L'AIEA cherche actuellement à rétablir le dialogue sur la possibilité d'instituer une coopération multilatérale dans des domaines clés du cycle du combustible nucléaire, notamment face aux problèmes croissants de prolifération, de sûreté, de sécurité et de technique auxquels est confronté le nucléaire. On pourrait notamment étudier l'intérêt de restreindre l'utilisation des matières de qualité militaire dans les programmes nucléaires civils ou d'adopter à ce sujet une approche multilatérale. On pourrait aussi limiter le traitement de ces matières – et la production de nouvelles matières par retraitement ou enrichissement – à des

centres internationaux soumis à des règles appropriées de transparence, de contrôle et d'assurance des approvisionnements. On pourrait, enfin, s'interroger sur l'utilité d'adopter, pour la gestion et le stockage du combustible usé et des déchets radioactifs, des stratégies multinationales.

En poursuivant dans cette direction, on retrouverait effectivement une partie de la vision énoncée en 1953 par le Président Eisenhower dans son discours « L'atome au service de la paix ». Dans ce discours historique, il faisait la proposition suivante : « Les principaux gouvernements concernés devraient, dans la mesure autorisée par une prudence élémentaire, commencer maintenant et continuer à remettre conjointement une partie de leurs stocks d'uranium normal et de matières fissiles à une agence internationale de l'énergie atomique. ... Cette agence pourrait être chargée de recueillir, de stocker et de protéger les matières fissiles et autres confiées ».

Œuvrer ensemble pour le progrès

Les activités menées par l'AIEA sur l'avenir du nucléaire font intervenir des acteurs du monde entier. Elles visent à continuellement développer la coopération à l'appui de projets qui promettent de changer le cours des choses pour ce qui est de répondre aux besoins de la planète en matière d'électricité.

Dans les jours et les années à venir, d'importants progrès seront faits grâce à des activités et à des initiatives multinationales qui aborderont tous les aspects essentiels de la future contribution du nucléaire. Quel chemin avons-nous parcouru et où allons-nous ? Telles seront les questions que se poseront, en 2004, des experts du monde entier lors de la Conférence internationale sur les cinquante ans de l'énergie nucléaire que l'AIEA organisera à Obninsk en coopération avec la Fédération de Russie.

Les gens ne seront pas toujours d'accord sur les mesures à prendre. Tous les pays, cependant, sont d'avis que les objectifs de développement mondiaux dépendent de l'énergie et que pour les atteindre, il faudra instaurer, pendant de nombreuses années, une vaste et fructueuse coopération.

La tâche à venir va au-delà de l'innovation technologique. Comme l'a noté le directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, la collaboration va devoir toucher la politique, l'acceptation du public et les questions économiques, et tous les partenaires vont devoir évaluer équitablement différentes options énergétiques. « S'il veut contribuer de façon importante à satisfaire les exigences croissantes de la planète en matière d'énergie », a-t-il souligné, « le nucléaire va devoir adopter des méthodes innovantes – techniques et autres – pour répondre aux besoins des pays tant industrialisés qu'en développement ».

Victor Mourogov (Victor.Mourogov@chello.at) est ancien Directeur général adjoint et chef du Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA. Il enseigne actuellement à l'Institut national de génie nucléaire d'Obninsk (Russie). Pour tout complément d'information sur les travaux menés par l'AIEA dans le domaine de l'énergie nucléaire, consulter le site web www.iaea.org.