



Des bénéfices tangibles

Les avantages socioéconomiques des techniques nucléaires pacifiques

Werner Burkart & Michael D. Rosenthal

L'usage généralisé de « l'atome au service de la paix » procure chaque année aux habitants de la planète des avantages qui se chiffrent à plusieurs dizaines de milliards de dollars. L'atome aide à améliorer les soins médicaux, la production d'aliments, la production d'électricité et la transformation des biens, par exemple.

Dans de nombreux pays, aujourd'hui, les techniques nucléaires et radiologiques sont un élément consacré et dynamique de l'économie nationale. Mais les dollars et les cents ne disent qu'une partie de l'histoire, et l'on ne dispose pas de chiffres pour tous les pays qui appliquent des techniques nucléaires. Il vaudrait mieux étudier les conditions – quand, où et pourquoi – dans lesquelles les bienfaits pacifiques de l'atome peuvent se réaliser et, tout aussi important, la façon de les pérenniser.

L'information est nécessaire tant aux décideurs qu'au public. Même les techniques nucléaires les plus innovantes ou perfectionnées n'existent pas de façon autonome et les décisions qui s'y rapportent doivent s'inscrire dans un cadre plus large. Les applications nucléaires doivent être jugées sur leur contribution potentielle et comparées aux concurrents traditionnels. Elles doivent être mesurées, elles aussi, sur des critères de coût, de fiabilité, de sûreté, de simplicité, de viabilité et au regard d'autres facteurs fondamentaux utilisés par les gouvernements, les entreprises privées, les instituts de recherche et les consommateurs.

Toutes ces entités ont besoin d'informations plus fiables pour pouvoir prendre des décisions. Dans le domaine nucléaire, les informations sont souvent, à tort ou à raison, influencées par des perceptions et des idées fausses concernant le risque. En outre, de nouveaux défis – par exemple la privatisation de la production d'électricité et des systèmes de santé – doivent être pris en compte pour évaluer équitablement la compétitivité et l'avenir économiques des applications nucléaires.

Des évaluations documentées permettront de mieux comprendre l'incidence des applications nucléaires pacifiques, ce qui aidera les pays à prendre de meilleures décisions concernant leur futur usage. Le présent article fait le point sur les répercussions socioéconomiques de l'atome pacifique et compare différentes méthodes d'évaluation de ses avantages. Ces évaluations pourront

fournir d'importants renseignements sur la façon dont les applications nucléaires pourraient satisfaire les besoins les plus pressants du développement mondial.

Des répercussions de quelle ampleur ?

L'AIEA dispose de programmes riches et variés pour améliorer les techniques nucléaires existantes ou en trouver de nouvelles, et pour transférer celles qui procurent des avantages tangibles vers les pays en développement. Depuis 1957, l'aide accordée par l'Agence sous la forme d'activités d'assistance technique, de formation et autres pour un montant supérieur à 1,2 milliard de dollars a aidé les pays à donner une réalité à l'atome pacifique. Les résultats se voient dans l'importante contribution que l'énergie atomique apporte à l'amélioration de la vie quotidienne de milliards de personnes dans le monde. Grâce aux techniques nucléaires, notre alimentation est plus sûre et plus abondante. Ces techniques aident à prévenir, à diagnostiquer et à guérir des maladies, permettent d'optimiser la gestion de l'eau et protègent l'environnement. Elles ont grandement contribué et pourraient contribuer bien davantage encore à la résolution des grands problèmes qu'affronte la communauté internationale et qu'ont recensés le Programme Action 21, la Déclaration du Millénaire et le Sommet mondial pour le développement durable, tenu à Johannesburg en 2002.

Dans la mesure où l'AIEA s'emploie à « accélérer et élargir » la contribution de « l'énergie atomique », comme le stipule son Statut, il importe de comprendre de quelle manière cette contribution s'opère, quelle est son ampleur et quelles sont ses incidences. On pourra l'évaluer sous le seul angle de ses retombées économiques, mais aussi sous celui de son retentissement global, en tenant compte de l'aspect environnemental et d'autres facteurs. En effet, un environnement salubre et viable a été défini comme l'un des préalables à la réalisation des objectifs de développement durable convenus à Johannesburg.

Les activités nucléaires mises en œuvre dans le monde et soutenues par l'AIEA doivent être évaluées sous l'angle de leur contribution au bien-être humain, y compris le bien-être des individus, l'effet net sur les entreprises privées et les incidences

sur le secteur public. Il faudra comprendre l'effet produit sur les futures générations. Cette contribution influera sur les ressources d'une société – ses institutions, son savoir public, son capital humain, son capital manufacturé et son capital naturel. Dans un environnement de plus en plus mondialisé, les contributions nationales ou régionales pourront également profiter à la communauté mondiale et pas seulement à une société donnée. Lorsque l'on comparera l'atome pacifique à d'autres solutions de développement socio-économique, il faudra prêter une attention particulière à la viabilité de nouveaux procédés.

Qu'est-ce que les techniques nucléaires ?

Les techniques nucléaires sont utilisées partout pour mesurer, gérer et modifier le monde autour de nous, mais elles résistent à toute définition facile.

Quelle est la contribution du nucléaire ? Comment l'évaluer ? Quelle est son incidence globale ?

❶ Dans un premier groupe d'activités, la contribution du nucléaire est relativement évidente : c'est, par exemple, la production d'énergie nucléaire, qui s'inscrit dans une infrastructure professionnelle et industrielle établie. Celle-ci englobe des activités du cycle du combustible nucléaire pratiquées par des professionnels ayant des compétences nucléaires réglementées par des organismes correspondants ; ces activités dépendent d'une réserve de moyens industriels et de connaissances hautement spécialisés. Leur incidence peut être importante, notamment sur la faune et la flore locales, la situation sanitaire régionale ou l'évolution du climat mondial.

❷ Dans un deuxième groupe comprenant, par exemple, la radiologie diagnostique, la médecine nucléaire et la radiothérapie,

la réserve requise d'équipements et de connaissances spécialisés est également évidente. Les médecins et techniciens qui travaillent en médecine nucléaire accomplissent chaque année, dans le monde, des milliards de procédures qui dépendent d'un approvisionnement stable en isotopes ou d'une utilisation sûre de radiopharmaceutiques et de techniques d'irradiation. Leur « valeur marchande » totale est très élevée. D'autres effets, cependant, sont difficiles à quantifier. Comment des parents, par exemple, évaluent-ils la contribution d'une procédure nucléaire de diagnostic préalable à une autre procédure chirurgicale destinée à prolonger la vie de leur enfant ?

❸ Un troisième groupe d'applications nucléaires comprenant l'amélioration des plantes, la sécurité des aliments, la lutte contre les ravageurs et la gestion de l'eau produit des résultats qui deviennent évidents en dehors d'une infrastructure nucléaire ou d'un régime réglementaire spécialisés. Ces applications jouent un rôle important dans des entreprises nationales et régionales qui fournissent des produits essentiels à la vie, comme des aliments et de l'eau salubres. Les incidences peuvent être énormes et le rendement des capitaux investis important, même s'il est difficile à mesurer. L'introduction réussie d'une variété de plante plus résistante peut profondément modifier d'importants systèmes agricoles. La lutte contre un ravageur et son éradication peuvent libérer de contraintes paralysantes les agriculteurs des pays les plus pauvres et leur permettre de surmonter les obstacles au commerce international. Les changements survenant dans les économies nationales peuvent être importants.

Les instantanés ci-après – énergie, agriculture, santé, eau et industrie – illustrent certains aspects et développent certains éléments qui permettent de quantifier les incidences de l'atome pacifique.

Énergie nucléaire



Des dividendes en mégawatts

La production d'électricité est l'activité nucléaire la plus connue, mais aussi la plus contestée. Dans le monde, 441 centrales nucléaires réparties dans 31 pays ont produit, en 2002, quelque 16% de la production mondiale d'électricité. La part du nucléaire dans la production d'électricité dépasse 75% en France, 30% au Japon et 20% aux États-Unis.

Manifestement, l'impact socio-économique de la production d'électricité d'origine nucléaire varie largement. Sur le plan économique, on peut évaluer cet impact en examinant la valeur commerciale (prix de détail) de l'électricité produite. Au Japon et aux États-Unis, selon des chercheurs japonais ayant contribué à

Production d'électricité d'origine nucléaire

À partir du rapport sur la technologie nucléaire produit par l'AIEA pour 2002, on peut estimer la contribution mondiale de la production d'électricité d'origine nucléaire.

	Production totale d'électricité (TWh)	Électricité d'origine nucléaire (TWh)	Part du nucléaire (%)	Valeur (milliards de dollars)
Monde	15 000	2 500	16	125
États-Unis	3 800	770	20	39
Japon	940	320	34	16
France	520	400	77	20
France	520	400	77	20
Belgique	76	44	58	22
Lituanie	15	11	78	0.6

Notes : un kWh est évalué à 5 cents (gros) ; chiffres du rapport 2002 arrondis. Sources : AIEA ; Journal of Nuclear Science & Technology (octobre 2002).

l'édition d'octobre 2002 du *Journal of Nuclear Science and Technology*, cette valeur était estimée, en 1997, à 47 et 39 milliards de dollars respectivement, ce qui représentait 0,5% du produit intérieur brut (PIB) des deux pays. En France, où la proportion d'électricité produite par le nucléaire est bien plus importante, ce chiffre atteignait environ 1,5% (ces estimations se fondent sur les prix de détail de l'électricité ; si l'on soustrait des éléments non nucléaires tels que les coûts de transmission

et de distribution, on réduit environ de moitié la contribution du nucléaire).

Les facteurs sociétaux et environnementaux doivent également être pris en compte. Nombre de ces facteurs sont indirects et intègrent des jugements de valeur et des perceptions qui ne sont pas tous inclus dans le prix commercial de l'électricité. Lorsqu'on examine d'autres solutions, certains facteurs sont facilement quantifiables – émissions de gaz à effet de serre ou de particules,

par exemple – mais difficiles à évaluer sous l'angle de leur incidence sur la santé ou le climat.

Pour le nucléaire, les coûts du déclassement des centrales ou du stockage à long terme des déchets sont bien connus, mais le risque d'accidents est très incertain. Les fonds de déclassement et de stockage des déchets sont parfois inclus dans les coûts de production. Cependant, on ne connaît toujours pas le coût intégral des systèmes à combustibles fossiles non viables, qui opèrent selon le principe « diluer et disperser ». De ce fait, les comparai-

Alimentation et agriculture



Une « révolution verte »

Dans l'alimentation et dans l'agriculture, les principales applications du nucléaire sont l'accélération des mutations, la lutte contre les ravageurs et l'irradiation des aliments. La recherche (étude de l'érosion des sols, des cycles hydriques et d'effets sur l'environnement, par exemple) fait lourdement appel aux techniques nucléaires.

Depuis des siècles, des agriculteurs et des phytogénéticiens cherchent à améliorer certaines variétés de plantes. Depuis les années 50, des centres internationaux et des systèmes nationaux de recherche agricole s'emploient de concert à améliorer l'agriculture des pays en développement en mettant au point de nouvelles variétés de cultures ayant un rendement supérieur ou résistant mieux à des contraintes environnementales telles que la sécheresse, la salinité ou les ravageurs. Des milliers de nouvelles variétés ont ainsi été produites, formant ce qu'on allait appeler la « révolution verte ».

Les résultats ont été impressionnants. Dans le numéro de mai 2003 du magazine *Science*, les chercheurs R. E. Evenson et D. Gollin ont étudié les répercussions mondiales de la recherche agricole internationale. Ils estiment qu'aujourd'hui, dans les pays en développement, « en l'absence de recherche internationale ... la ration calorique par habitant serait de 13,3 à 14,4% moins élevée et la proportion d'enfants souffrant de malnutrition de 6,1 à 7,9% plus élevée ». Ils concluent en outre que « les consommateurs de la planète ont pratiquement tous bénéficié d'une réduction du prix des aliments ».

Globalement, Evenson et Gollin démontrent que pour le consommateur, le rendement des capitaux investis dans la recherche agricole internationale a été très élevé. Les agriculteurs, en revanche, n'en profitent pas tous de la même façon. Les produits moins onéreux proposés par des concurrents plus efficaces nuisent souvent aux petits exploitants et les plantes à rendement

supérieur nécessitent un recours accru aux engrais. Des craintes ont par ailleurs été exprimées quant à la viabilité de l'agriculture intensive, aux conséquences écologiques de la dégradation des sols, de la pollution chimique et de la salinité des sols, et au maintien de la biodiversité.

L'une des principales méthodes utilisées dans le cadre de la « révolution verte » est l'« accélération de mutation induite par irradiation » suivie de la sélection de plantes présentant des caractéristiques souhaitées. La contribution de cette méthode à l'obtention de résultats mondiaux est difficile à évaluer, mais il est clair qu'elle est importante. Par exemple, la proportion de rizières consacrées à des variétés induites par irradiation était en 1998 d'au moins 28% en Thaïlande, 19% au Laos et 14% au Vietnam, selon les auteurs du livre intitulé *Crop Variety Improvement and its Effect on Productivity*, paru en 2003. Au Japon, des chercheurs (édition d'octobre 2002 du *Journal of Nuclear Science and Technology*) estiment que les variétés de plantes induites par irradiation représentent une part annuelle de marché s'élevant à 804 millions de dollars. Au Pakistan, 25% des champs de coton accueillent un cultivar mutant à haut rendement induit par rayonnements gamma. On estime que ce cultivar a contribué à la production de plus de 3 milliards de dollars de coton, sauvant l'industrie textile pakistanaise alors qu'elle était menacée par une réduction de la production de coton causée par des ravageurs.

La lutte contre les ravageurs par la technique dite de l'insecte stérile est également bien établie. Elle est utilisée efficacement contre la mouche méditerranéenne des fruits pour protéger les vergers d'agrumes et les vignes, et contre la lucilie bouchère pour protéger le bétail. L'avantage économique tiré par les États-Unis de cette technique est estimé, pour ces insectes, à 1,5 milliard et 1,3 milliard de dollars par an respectivement.

Cette technique présente également l'avantage de protéger l'environnement des insecticides et de préserver la biodiversité. Son extension à la mouche tsé-tsé, qui menace la vie humaine et animale et demeure l'un des principaux obstacles au développement rural de l'Afrique, progresse grâce au soutien considérable apporté par l'AIEA et a déjà permis d'éradiquer ce fléau à Zanzibar. Grâce à elle, les éleveurs de cette région peuvent maintenant tirer meilleur parti de races de bétail à haut rendement de lait et de viande. Le nombre de ces éleveurs a considérablement augmenté depuis 1999, de même que la production de lait et de produits agricoles.

L'AIEA a engagé, dans ses laboratoires de Seibersdorf, des recherches visant à mettre au point des techniques d'insecte stérile aux fins de la lutte antipaludique par élimination zonale des moustiques. D'importants progrès restent à faire en ce qui

SÉLECTION DE TECHNIQUES NUCLÉAIRES APPLIQUÉES DANS L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Technique	Produit	Valeur annuelle (dollars)	Observations
Sélection par mutation			
➤ Riz			
◆ Thaïlande	Exportation par la Thaïlande	16,9 milliards (1989-1998)	
➤ Coton			
◆ Pakistan	Rendement accru		Contribution à la production de coton à hauteur de plus de 3 milliards de dollars
Technique de l'insecte stérile			
➤ Mouche méditerranéenne des fruits	Agrumes et vignes (États-Unis)	1,5 milliard	Estimation incluant les dépenses évitées
➤ Mouche méditerranéenne des fruits	Exportations chiliennes	33 millions	
➤ Lucilie bouchère	Éradication dans le nord d'El Salvador	1,27 milliard	
➤ Mouche du melon	Okinawa	\$30 millions/an	Non compris les dépenses évitées, la réduction des pesticides, etc.
Irradiation des aliments			
➤ Épices	Marché étasunien (détail)	> 2 milliards (estimation)	Une irradiation très localisée peut réduire l'emploi généralisé d'antibiotiques ou de fumigateurs
➤ Viande	Boeuf haché étasunien (détail)	≤ 0,5 milliard (estimation)	

Source : Rapports à l'AIEA ; Journal of Nuclear Science and Technology (2002) ; Crop Variety Improvement and its Effect on Productivity (2003).

concerne les méthodes d'élevage et la sélection du sexe des insectes. Des essais de terrain sont prévus au Soudan (État du Nord) et dans l'île française de la Réunion.

respecter les règles rigoureuses applicables à la présence de germes de *Salmonella* dans la viande hachée destinée aux repas scolaires.

Une autre technique – l'irradiation des aliments – permet de remplacer, aux fins du commerce international, la fumigation chimique des ravageurs ; elle est de plus en plus utilisée pour produire des aliments sains tels que la viande hachée ou des épices. Aux États-Unis, par exemple, on estime que moins de 5% du boeuf haché est irradié ; précisons, toutefois, qu'il s'agit d'un marché global de 4 milliards de kilogrammes.

L'irradiation des aliments a été déclarée inoffensive par le Codex Alimentarius FAO/OMS, organe international chargé de la salubrité des aliments. Pourtant, son acceptation par le public varie considérablement, de nombreux pays européens limitant son application aux épices. Les préoccupations de santé publique et de sûreté l'emportent. Pourtant, l'irradiation, qui est un moyen unique de satisfaire aux critères d'hygiène microbienne, pourrait aider à

Industrie



Des instruments essentiels

Dans les industries de transformation et autres, une technique nucléaire essentielle peut parfois apporter une modeste contribution à la fabrication d'un produit final discret. Au Japon, par exemple, la quasi-totalité des pneus radiaux, qui représentent une valeur commerciale annuelle de 9 milliards de dollars, sont irradiés pour optimiser la réticulation des molécules de caoutchouc. Le marché mondial représente environ 35 milliards de dollars.

Des techniques nucléaires nombreuses et diverses trouvent aujourd'hui une application dans l'industrie : sondes de mesure physique, humidimètres, densimètres, instruments d'exploitation de puits de pétrole ou détecteurs de fumée ; radiotraitement, par exemple stérilisation de produits médicaux et polymérisa-

SÉLECTION D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Application	Produit	Valeur (dollars)
Faisceau d'électrons	◆ Polymérisation de pneus	Marché mondial de 35 milliards, dont 9 milliards au Japon et 13 milliards aux États-Unis
	◆ Stérilisation de produits médicaux	7 milliards (Japon, États-Unis)
	◆ Revêtements/encres	1,5 milliard
	◆ Filtrage de gaz de combustion	Usines en Pologne, Japon, etc.
Radio-traitement	◆ 180 irradiateurs gamma	Usines de stérilisation de produits médicaux et alimentaires
Essais non-destructifs	◆ Contrôle de qualité, sûreté de fabrication, industrie automobile, aviation, industrie ferroviaire, industrie pétrolière, électronique	Utilisation généralisée
Isotopes stables	◆ 30 millions de dollars par an	

Sources : Rapports à l'AIEA ; OCDE ; littérature scientifique.

tion de matières plastiques et de caoutchoucs ; et utilisation de traceurs radioactifs pour vérifier et optimiser divers procédés industriels.

Dans le monde, les applications industrielles des techniques nucléaires représentent un chiffre d'affaires annuel estimé à plus de 40 milliards de dollars.

L'investissement nucléaire initial n'a parfois qu'une valeur relativement faible, mais il contribue souvent de façon décisive au bon fonctionnement d'entreprises sociales et économiques bien plus importantes.

Eau



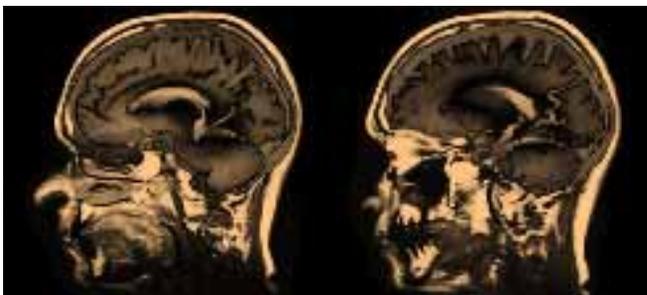
Comprendre les liens vitaux

Aujourd'hui, plus d'un milliard de personnes n'ont pas accès à un approvisionnement régulier en eau salubre. Aux termes de la Déclaration du Millénaire, il faudrait, d'ici à 2015, réduire de moitié le nombre de personnes n'ayant pas les moyens physiques ou financiers d'obtenir de l'eau de boisson salubre, et mettre fin à l'exploitation irrationnelle des eaux souterraines. Les techniques nucléaires d'hydrologie isotopique permettent, dans une grande mesure, de résoudre ce problème. Les échantillons d'eau ont une empreinte isotopique spécifique qui révèle leur âge, leur origine et les conditions climatiques de leur formation.

Les techniques nucléaires sont devenues un outil essentiel pour comprendre et gérer de façon rationnelle les ressources en eau. Celles-ci, déjà rares, vont devenir encore plus précieuses du fait de la demande croissante liée au développement et à l'agriculture, qui en est de loin le plus gros consommateur (70% de l'eau prélevée des rivières, des lacs et des aquifères). Au Bangladesh, des études isotopiques ont permis de mieux cerner les ressources disponibles et de comprendre comment l'arsenic pénètre la nappe phréatique. D'un montant avoisinant 50 000 dollars, ces études aideront à bien dépenser un investissement nettement plus important, de plus de 50 millions de dollars.

Les retombées peuvent être énormes. Au Bangladesh et dans les pays voisins, en effet, des dizaines de millions de personnes empoisonnées par l'arsenic présent dans le système d'approvisionnement en eau, doivent trouver une solution de remplacement durable. Cependant, il sera difficile de mesurer l'efficacité des mesures prises. En l'absence de techniques nucléaires, on utilisera d'autres méthodes qui ne permettront pas de comprendre aussi bien des systèmes hydriques complexes. On ne dispose pas encore de résultats définitifs.

Santé



Des avantages multiples

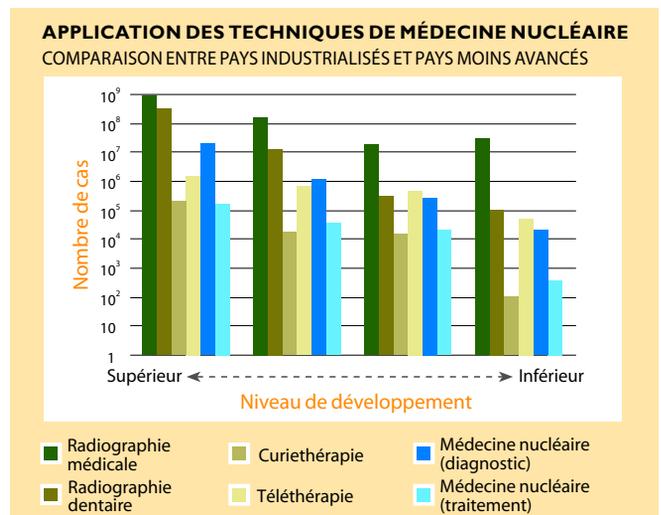
S'agissant de médecine, les techniques nucléaires trouvent de multiples applications dans les systèmes de santé contemporains. Elles jouent un rôle important dans les activités de prévention, de diagnostic et de traitement.

Dans le domaine de la radiographie, on observe d'importants progrès. De la visualisation des os par M. Roentgen à la radiologie moderne utilisée en odontologie et en orthopédie, les rayons X sont un moyen économique et non effrayant de comprendre des processus pathologiques et d'orienter les traitements. Aujourd'hui, les applications de l'imagerie nucléaire vont d'appareils de radiographie dentaire relativement peu onéreux à des sites disposant de leurs propres accélérateurs, qui produisent les radio-isotopes nécessaires à la tomographie à émission de positons (TEP). Les investissements en matériel peuvent aller de quelques dizaines de milliers de dollars pour un appareil de radiographie à plusieurs millions de dollars pour des systèmes perfectionnés d'imagerie nucléaire. Les rayons X sont utilisés presque partout en imagerie, plus de 2 milliards de procédures étant réalisées chaque année. En 2002, sept américains sur dix ont subi une radiographie. L'utilisation de certaines techniques d'imagerie telles que la TEP s'est rapidement développée ces dernières années : en 2002, on comptait dans le monde quelque 375 centres représentant un investissement supérieur à 500 millions de dollars.

La radiothérapie est largement utilisée pour traiter les cancers : on recense dans le monde plus de 5000 centres, qui traitent chaque année des millions de patients. La protonthérapie, en revanche, n'est utilisée que dans 22 centres répartis dans 11 pays ; elle a servi à traiter, à ce jour, quelque 40 000 patients.

Les marqueurs radioactifs utilisés dans la recherche biomédicale sont essentiels à tout progrès de la génomique et de la protéomique. Les médecins utilisent aussi des médicaments marqués à l'aide de radio-isotopes, qui sont précieux pour cibler certains organes, tant pour l'imagerie que pour le traitement. On estime qu'en 2000, un tiers des 31,7 millions de patients admis à l'hôpital aux États-Unis s'est vu administrer des radio-isotopes médicaux.

Si le marché étatsunien des radio-isotopes médicaux représente quelque 100 millions de dollars, son marché des radiopharmaceutiques atteint plusieurs milliards de dollars et l'on situe entre



8 et 10 milliards de dollars le coût annuel de toutes les procédures réalisées.

Comme le montre le graphique, il existe un important écart entre les pays industrialisés et les pays les moins avancés où, s'agissant de médecine, le nucléaire est pratiquement inexploité. L'Agence s'emploie à combler cet écart, notamment en matière de traitement des cancers, dont la forte augmentation dans les pays en développement grève des ressources et des équipements déjà limités. Les pays en développement comptent environ 2200

appareils de radiothérapie alors qu'il en faudrait au moins 5000 pour aider les patients à combattre le cancer. Les experts prédisent une crise durable de la prise en charge de cette maladie, estimant à cinq millions le nombre de nouveaux patients qui auront besoin d'une radiothérapie chaque année. Il importe de plus en plus, pour l'AIEA, de proposer des équipements et une formation de base permettant aux personnels de traiter en toute sûreté les cancéreux des pays en développement. Au moins 50% de ces cancéreux peuvent bénéficier d'une radiothérapie détruisant les tumeurs.

CADRES D'ÉVALUATION

En examinant ces instantanés, il faut garder à l'esprit l'importance des cadres dans lesquels ils se situent. Au niveau international, le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, la Convention sur la protection physique des matières nucléaires, la Convention sur la sûreté nucléaire et d'autres instruments énoncent des normes de base. Cependant, la sûreté et la sécurité nucléaires, la radioprotection et l'administration des lois, des règles et des règlements demeurent, fondamentalement, la prérogative des États.

Pour mettre en place une économie nucléaire viable, il faut impérativement créer et maintenir une infrastructure appropriée – tant internationale que nationale – de sûreté et de sécurité nucléaires. Toutefois, beaucoup d'applications ou d'avantages socio-économiques découlent de techniques nucléaires qui ne font pas intervenir de rayonnements ionisants et sortent, par conséquent, du champ de la réglementation nucléaire. Les isotopes stables disponibles dans l'eau et les aliments, les tests biomédicaux et les variétés améliorées de plantes en sont autant d'exemples.

Dans ces domaines, il faudrait réfléchir à l'infrastructure non nucléaire qu'il faudrait mettre en place pour mettre en œuvre à grande échelle des techniques de pointe et pour respecter les contraintes d'une économie de plus en plus mondialisée, comme c'est le cas pour la distribution des aliments. Parallèlement à la prise de conscience des effets néfastes que peuvent avoir les méthodes non nucléaires de production et de distribution des aliments et de l'énergie, il faudrait réfléchir aux domaines dans lesquels les sciences et techniques nucléaires pourraient offrir des solutions de rechange présentant un bon rapport coût/efficacité et un faible risque.

À ce stade de l'évolution de « l'atome au service de la paix », il convient de noter certains points alors que nous tentons de mieux évaluer comment les sciences et techniques nucléaires pacifiques contribuent à notre environnement et à notre développement communs.

✓ Au niveau national et régional, les sciences et techniques nucléaires restent, pour l'université et l'industrie, une discipline fondamentale ouvrant la voie à une société technologiquement avancée.

✓ Les pays tirent tous avantage des techniques nucléaires, surtout dans le domaine de la santé. L'utilisation de ces techniques s'intensifie avec le développement social, technologique et économique des pays, mais d'importants avantages socio-économiques peuvent être retirés à tous les stades de développement.

✓ Pour produire l'effet maximal, les contributions doivent s'intégrer à d'importantes activités économiques telles que

l'agriculture, la santé et l'énergie. Leurs coûts, avantages et risques doivent être évalués avec exactitude.

✓ Une concurrence ouverte fondée sur des évaluations comparatives a démontré que les sciences et techniques nucléaires représentaient souvent la solution de choix, sinon le seul choix. Il faut maintenir une veille permanente afin de faire en sorte que les bienfaits des techniques nucléaires soient proposés dans les domaines où cela présente un intérêt d'utiliser l'atome.

✓ Les pays tant développés qu'en développement ont tiré d'importants avantages du nucléaire. Les investissements dans l'infrastructure technique et politique requise peuvent être récompensés relativement rapidement, même si certains mettent parfois plusieurs années avant de porter des fruits.

✓ En particulier dans les secteurs qui ne reposent pas sur l'industrie privée, le transfert de moyens humains, réglementaires, techniques et scientifiques au profit de l'alimentation et de l'agriculture, de la santé et de l'environnement reste l'une des priorités de l'AIEA.

✓ Dans le monde, certaines techniques nucléaires suscitent de nombreuses interrogations. Or, la production d'électricité, la médecine, l'industrie, l'alimentation et l'agriculture dépendent toutes de manière importante de l'atome. Ensemble, ces applications peuvent représenter, dans les pays développés, plusieurs points de PIB.

✓ L'AIEA reste déterminée à étudier, à évaluer, à promouvoir et à introduire les sciences et techniques nucléaires dans tous ses États Membres. L'expérience des pays riches montre que les sciences et techniques nucléaires pourraient contribuer davantage encore à satisfaire les besoins fondamentaux de l'humanité.

✓ Il est clair qu'il reste beaucoup à faire pour mobiliser *toutes* les sciences et techniques contre la pauvreté et en faveur d'un développement durable. Les techniques nucléaires ont montré qu'elles peuvent contribuer de façon déterminante à la réalisation de ces objectifs. Il importe de mieux comprendre ces techniques et de partager les enseignements tirés si nous voulons, demain, progresser encore.

Werner Burkart (W.burkart@iaea.org) est Directeur général adjoint de l'AIEA et chef du Département des sciences et applications nucléaires. Michael Rosenthal (M.Rosenthal@iaea.org) est cadre supérieur de ce Département.