

# Gérer le dilemme nucléaire

David B. Waller

## *L'AIEA à 50 ans, élément clé de l'entreprise nucléaire mondiale*

L'histoire du nucléaire a débuté de sinistre façon. Ce fait, aussi pénible qu'en soit le souvenir, nous ne devons pas l'oublier. Il s'est, bien entendu, produit au Japon en août 1945, date à laquelle a été démontré, de manière éclatante et tragique, le pouvoir destructeur de l'arme nucléaire.

Immédiatement après la seconde guerre mondiale, on s'est inquiété de ce qu'un nombre croissant de pays maîtrisaient ou cherchaient à maîtriser la technologie requise pour produire de telles armes. En 1953, l'Union soviétique avait testé sa première bombe à hydrogène : la guerre froide – qui allait le devenir de plus en plus – avait débuté.

À la même époque, parallèlement, on en vint à considérer les applications pacifiques du nucléaire comme des activités futuristes de haute technicité qui promettaient de transformer la façon dont nous vivions. D'aucuns prédirent une électricité trop bon marché pour être facturée et des progrès aussi farfelus que des voitures alimentées par des « piles atomiques ». Dans la réalité, cependant, des applications virent bel et bien le jour – en médecine, dans l'agriculture, dans l'industrie et, bien entendu, dans la production d'électricité. Ces techniques avaient le pouvoir de sauver des vies, d'atténuer les souffrances et de favoriser le développement économique.

L'urgence, par conséquent, était de continuer à développer et à promouvoir ces applications tout en empêchant la prolifération des techniques nucléaires. Tel était – et demeure – le « dilemme nucléaire ».

En 1952, le général Dwight Eisenhower, qui avait assuré pendant la seconde guerre mondiale le commandement suprême des forces alliées en Europe, fut élu Président des États-Unis. La priorité de cet homme, qui avait servi pendant toute cette horrible guerre, était de préserver la paix mondiale. Il était, en particulier, déterminé à résoudre le dilemme nucléaire.

Il ne perdit pas de temps. La première année de sa présidence, il lança, devant l'Assemblée générale des Nations Unies, un appel inspiré – une proposition baptisée « L'atome au service

de la paix ». Il y préconisait d'utiliser cette source d'énergie à des fins pacifiques et de réduire les arsenaux nucléaires dans le monde.

Pour mener à bien cette tâche, il appela également de ses vœux la création d'une « Agence internationale de l'énergie atomique ». Quatre ans plus tard, l'AIEA, émanation de cette volonté, voyait le jour.

Sa mission ? D'une part, développer et faciliter l'utilisation des prometteuses applications bénéfiques des techniques nucléaires et, d'autre part, empêcher la prolifération des armes nucléaires. Autrement dit – gérer le dilemme nucléaire.

En ce qui concerne le volet de cette mission consacré aux armes nucléaires, le monde comprit rapidement qu'il devait se doter d'un mécanisme juridique supplémentaire, d'un moyen de convaincre individuellement chaque pays de s'engager sur la voie de la non-prolifération ou du désarmement. C'est ainsi que vit le jour, en 1970, après des années de négociation, le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, communément appelé TNP. Ce traité reposait sur un marché simple : pour accéder aux techniques nucléaires à vocation pacifique, les pays devaient renoncer à mettre au point des armes nucléaires.

Le TNP est rapidement devenu et reste aujourd'hui, par le nombre de ses signataires, le premier traité au monde. Les seuls pays, en effet, qui ne l'ont pas signé sont l'Inde, le Pakistan et Israël. La Corée du Nord (RPDC) l'a signé en 1985, mais s'en est retirée en 2003.

### *Garanties et vérification*

Comme plusieurs autres pays, l'Iraq a signé le TNP en 1970 et a alors, conformément aux dispositions de ce traité, conclu avec l'AIEA un accord de garanties. En vertu de cet accord, il a fourni la déclaration ou inventaire obligatoire de toutes ses matières et installations nucléaires et a autorisé l'Agence à procéder, pour prévenir tout abus de ces installations ou

matières à des fins d'armement, à des vérifications, y compris des inspections régulières sur le terrain.

Deux décennies plus tard, cependant, au début des années 1990, juste après la première guerre du Golfe, on découvrit en Iraq un programme secret de production d'armes nucléaires. Pour la première fois, le Conseil des gouverneurs, principal organe directeur de l'Agence, conclut qu'un État partie au TNP avait ouvertement violé ses obligations.

La découverte de ce programme servit également de signal d'alarme. Elle avait clairement montré qu'un pays supposé respecter les obligations découlant du TNP pouvait néanmoins mener, clandestinement, un programme d'armement nucléaire. Il est ainsi devenu clair que pour être crédible, le système de vérification et de garanties de l'AIEA devait être renforcé.

## L'urgence était de continuer à développer et à promouvoir les applications pacifiques tout en empêchant la prolifération des techniques nucléaires.

### Tel était – et demeure – le « dilemme nucléaire ».

L'AIEA était déjà en mesure de surveiller les installations et matières nucléaires déclarées d'un pays et de garantir qu'elles étaient utilisées exclusivement à des fins pacifiques. Il fallait maintenant lui permettre, en outre, de garantir qu'un pays ne menait aucune activité d'armement nucléaire « non déclarée ».

Après un long débat, en 1997, un nouveau mécanisme fut mis en place. Nous l'avons appelé « protocole additionnel » aux accords de garanties. Cet instrument oblige les pays à fournir à l'Agence des informations bien plus amples et confère à ses inspecteurs un droit d'accès élargi aux endroits et aux installations. Aujourd'hui, dix ans plus tard, le protocole additionnel est en vigueur dans 82 pays. Pour être pleinement efficace, cependant, il faudrait que cet élément essentiel du régime de non-prolifération nucléaire soit accepté par tous.

Bien que ce soient elles qui attirent le plus l'attention des médias, les activités que l'Agence mène aux fins des garanties ou de vérification ne représentent qu'une partie de sa mission. Nous œuvrons également dans les domaines de la sûreté, de la sécurité et des applications pacifiques des techniques nucléaires.



Le Président Eisenhower prononçant, à l'ONU le 8 décembre 1953, le discours « L'atome au service de la paix ». Photo: AIEA

### Sûreté et sécurité

En avril 1986, le monde entier a ressenti l'onde de choc de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl, en Union soviétique.

Cette catastrophe a montré, de toute évidence, qu'il ne suffisait pas de vérifier l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Il fallait aussi, au niveau international, instaurer une collaboration et une transparence dans l'exploitation et la sûreté des techniques nucléaires et autres. Un accident qui survenait dans un réacteur n'importe où dans le monde pouvait non seulement avoir des conséquences tragiques pour la santé et la société humaines, mais aussi gravement compromettre l'industrie nucléaire dans son ensemble.

Après Tchernobyl, l'Agence a contribué, par ses rapports complets sur l'accident, à persuader la communauté nucléaire internationale de la nécessité d'adopter, en matière de sûreté, une démarche mondiale et pas seulement nationale. C'est ainsi que des conventions et des traités ont été adoptés, que les régimes nationaux ont été examinés par des confrères, que des normes renforcées ont été adoptées et que, plus récemment, des réseaux régionaux ont été créés.

Cette dynamique ne s'est jamais interrompue. Comme l'a souligné à plusieurs reprises le directeur général de l'AIEA,

Mohamed ElBaradei, le combat visant à garantir la sûreté n'est jamais gagné – il doit toujours être considéré comme un «travail en cours». Une partie de ce combat, bien entendu, consiste à gagner le cœur et l'esprit du public, ce qui requiert d'être ouvert, d'être transparent.

Le 11 septembre 2001, le Conseil de l'Agence était réuni en séance d'après-midi. Par une remarquable coïncidence, nous discutons du modeste programme de sécurité nucléaire de l'Agence, destiné à protéger les matières et installations nucléaires contre les actes de malveillance. Le bruit s'est répandu, dans la salle du Conseil, qu'un avion, puis deux s'étaient écrasés sur le World Trade Center de New York.

## Comme l'a souligné à plusieurs reprises le directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, le combat visant à garantir la sûreté n'est jamais gagné – il doit toujours être considéré comme un « travail en cours ».

Avec l'accord du Président, la séance fut interrompue et le journal de CNN projeté sur le grand écran qui se trouvait derrière l'estrade.

En soi, bien entendu, cet acte terroriste n'avait menacé aucune installation nucléaire, mais de l'accident de Tchernobyl, l'AIEA avait tiré un enseignement : mieux vaut prévenir que guérir.

En quelques mois seulement, un plan de sécurité considérablement renforcé visant à protéger contre le terrorisme nucléaire fut élaboré et approuvé et reçut ses premiers financements. Depuis, l'assistance aux États Membres – pour ce qui est d'empêcher des terroristes d'accéder aux matières et installations nucléaires et aux sources radioactives – est un aspect important de notre mission.

### Science et technologie

Nos travaux, bien entendu, ne sont pas tous dictés par de tels événements. Nous sommes confrontés, le plus souvent, à des crises qui sont, malheureusement, « invisibles » : pauvreté, faim et maladie. C'est alors que nous mettons en œuvre le volet humanitaire de notre mission, à savoir promouvoir les applications bénéfiques du nucléaire, en particulier dans les pays en développement.

L'action que l'Agence mène pour transférer ces technologies remonte à 1958, époque à laquelle elle disposait d'un modeste budget annuel de 125 000 dollars, y compris une donation de 2,01 dollars remise au premier directeur général de l'Agence par un écolier de New York et ses camarades. Aujourd'hui, cette activité dispose d'un budget annuel de plus de 75 millions de dollars.

Ce travail est facilité par nos deux laboratoires situés l'un en Autriche, l'autre sur le port de Monaco. Ce dernier, fondé en 1961 et généreusement financé par la Principauté, est baptisé Laboratoire de l'environnement marin. Il veille sur la santé des mers du monde.

Nos centaines de projets d'application des techniques nucléaires visent à répondre aux besoins uniques et pressants des États Membres. Ils couvrent un large spectre d'activités, qui vont de l'aide à la localisation d'une eau qui fait cruellement défaut au Bangladesh à la radiostérilisation d'insectes ravageurs tels que la mouche tsé-tsé, qui tuent le bétail et les humains en Afrique. Enfin, nous avons utilisé l'argent du Prix Nobel pour former des spécialistes de la cancérothérapie dans des pays en développement. L'Agence, ces exemples le montrent, apporte à ses États Membres différents types de bienfait.

Après une longue stagnation imputable à l'accident de Tchernobyl, on note actuellement un indéniable regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire. Les raisons de ce regain sont évidentes : sûreté accrue, meilleure économie, craintes croissantes pour la sécurité énergétique, forte croissance de la demande d'énergie, en particulier dans les pays en développement. Enfin, bien entendu, l'extraordinaire inquiétude concernant le réchauffement planétaire.

Si l'on en juge par les plans actuels, c'est en Chine et en Inde qu'à court terme le nucléaire va croître le plus fortement, le Japon conservant, avec son ambitieux plan de construction de treize nouvelles centrales sur dix ans, la première place.

### Un rôle central

L'AIEA est au centre de l'entreprise nucléaire mondiale. Elle est le gardien du TNP. Elle est le principal moyen par lequel les pays en développement peuvent accéder aux applications pacifiques des techniques nucléaires. Elle est le moteur de la sûreté et de la sécurité nucléaires. Pour résumer, elle est, gérant le dilemme nucléaire, une organisation dans laquelle tous les pays possèdent un intérêt.

---

*David B. Waller (D.Waller@iaea.org) est directeur général adjoint de l'AIEA et chef du Département de l'administration.*

*Le présent article s'inspire d'un discours que M. Waller a prononcé au Japon en avril 2007 et dont le texte intégral peut être consulté le site web de l'AIEA à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org)*

# Garanties nucléaires : les premiers pas

David Fischer

D'une « toile d'araignée » suspecte est né un filet de sécurité fiable.

*L'ouvrage de feu David Fischer intitulé « Nuclear Safeguards: Evolution and Future », écrit il y a huit ans pour le Verification Yearbook 2000, permet de mieux comprendre les garanties internationales. Dans cet ouvrage, dont est extrait l'article ci-après, l'auteur évoque les mesures prises pour renforcer le régime mondial de vérification nucléaire.*

**D**es garanties nucléaires ont été proposées publiquement pour la première fois dans une déclaration commune faite en novembre 1945 par le Président des États-Unis Harry Truman, le Premier ministre britannique Clement Attlee et le Premier ministre canadien William Mackenzie King. Les trois alliés y déclaraient vouloir procéder à l'échange de textes scientifiques fondamentaux sur l'énergie atomique à condition qu'il soit possible, pour se prémunir contre ses emplois destructeurs, de concevoir des garanties réciproques et applicables que tous les pays pourraient accepter.

À la fin de 1959, les États-Unis avaient conclu, aux fins de l'utilisation pacifique de l'énergie atomique, des accords de coopération avec 42 pays. Ces accords exigeaient la mise en œuvre de garanties – dans un premier temps par les États-Unis puis, de plus en plus souvent, par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Les garanties ont été institutionnalisées au niveau régional en 1957 par la création de la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) et, au niveau international, par la création de l'AIEA. En Amérique latine, l'Argentine et le Brésil ont également mis en place un système de garanties bilatéral qu'administrent, en étroite coopération, l'AIEA et l'Agence argentino-brésilienne de comptabilité et de contrôle des matières nucléaires (ABACC), chaque pays conservant cependant la possibilité de vérifier indépendamment le respect de l'accord de garanties commun. Depuis 1967, en outre,

des zones exemptes d'armes nucléaires ont été instituées par traité dans plusieurs régions.

Ces garanties visent à vérifier que les matières et techniques nucléaires ne sont utilisées qu'aux fins autorisées par les textes officiels. Ces textes (à l'exception du mandat d'Euratom) interdisent de détourner des matières nucléaires faisant l'objet de garanties pour fabriquer des armes ou des explosifs nucléaires, ou vont plus loin en interdisant toute utilisation non pacifique de l'énergie nucléaire. Les traités appellent l'AIEA à vérifier le respect de ces restrictions.

## L'AIEA et Euratom

Les principales garanties appliquées aujourd'hui sont celles de l'AIEA, organisme intergouvernemental autonome que contrôlent une Conférence générale d'États Membres et un Conseil des gouverneurs auquel siègent 35 pays. L'AIEA rend compte de ses travaux à l'Assemblée générale des Nations Unies et au Conseil de sécurité de l'ONU.

Comme l'AIEA, Euratom, qui est l'antenne nucléaire de l'Union européenne, doit largement l'élaboration de son régime de garanties à la politique des États-Unis.


Au début des années 1950, les principaux États d'Europe occidentale partageaient la croyance générale selon laquelle le nucléaire serait l'énergie de l'avenir, qu'il les libérerait de la dépendance du pétrole arabe et qu'il serait le moteur d'une Europe unie. Pour lancer un tel programme, cependant, il leur faudrait faire lourdement appel au combustible et au savoir-faire américains, qui ne seraient disponibles qu'à certaines conditions. Aussi ont-ils doté Euratom de garanties qui satisfaisaient les exigences américaines.

En 1958, les responsables de la politique nucléaire américaine étaient divisés. Certains voulaient que les exportations



## Développement des garanties de l'AIEA

Les garanties de l'Agence, dans un premier temps, ont suscité méfiance et résistance, notamment dans les pays en développement, mais aussi dans le bloc soviétique et dans certains pays d'Europe de l'Ouest soucieux de protéger Euratom. Au milieu des années 1960, la couverture des garanties de l'AIEA a commencé à s'étendre suite à la décision prise par les États-Unis de confier à l'AIEA la responsabilité de garantir ses exportations nucléaires vers les pays non membres de la Communauté économique européenne (CEE) et à celle prise par les Soviétiques, en 1963, d'apporter aux garanties de l'Agence le plein appui du bloc de l'Est. Ce changement de politique est probablement à mettre au compte de la détente Est-Ouest qui s'est instaurée après la résolution de la crise des missiles (Cuba, 1962), du fait que la Chine est devenue l'un des plus virulents critiques de l'Union soviétique après que celle-ci l'eût aidée à fabriquer « la bombe » et, surtout, des inquiétudes qu'éprouvaient les Soviétiques à l'égard du programme nucléaire naissant de la République fédérale d'Allemagne. En 1968, l'AIEA était en mesure de concevoir des garanties couvrant presque tous les types de centrale nucléaire.



Des sceaux métalliques tels que celui-ci sont couramment utilisés par les inspecteurs des garanties. Ces sceaux permettent de détecter toute tentative non autorisée d'accéder aux matières sécurisées.

Photo: D. Calma/AIEA

nucléaires du pays vers l'Europe occidentale soient soumises aux garanties de l'AIEA, création largement américaine; d'autres soutenaient les garanties Euratom comme moyen de renforcer l'unité de l'Europe occidentale et ses liens avec les États-Unis. Les derniers l'emportèrent.

À la fin des années 1960, il est devenu urgent de décider quelles garanties devaient s'appliquer dans les États non dotés d'armes nucléaires parties au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP), qui avait été ouvert à la signature en 1968 et exigeait, pour ces États, des garanties intégrales. Inquiète du potentiel nucléaire de l'Allemagne de l'Ouest, l'Union soviétique s'opposa avec succès aux tentatives faites par les Occidentaux de conserver le monopole d'Euratom sur les garanties.

En 1973, l'AIEA, Euratom et les États d'Euratom non dotés d'armes nucléaires convinrent de fusionner les garanties que les deux institutions appliqueraient dans ces pays. Cela permit à ces derniers de ratifier le TNP en 1975. Ce faisant, ils renonçaient également au droit d'acquérir des armes nucléaires et acceptaient la vérification conjointe de cette décision par Euratom et par l'AIEA. L'intégration des deux systèmes de garanties fut poussée encore plus loin en 1992 par la conclusion, entre les Secrétariats des deux organisations, d'un accord instituant un « nouveau partenariat ». Cette mesure a déjà réduit de près de 25% le nombre d'inspections que l'AIEA réalise dans ces États.

Avec l'élargissement de l'Union européenne, la couverture de l'accord AIEA/Euratom s'est également accrue. Les garanties d'Euratom, généralisées pour les membres de l'Union non dotés d'armes nucléaires, ne s'appliquent en revanche qu'aux activités nucléaires civiles de ceux qui en sont dotés (France et Royaume-Uni).

Lorsque le TNP est entré en vigueur, en 1970, il est devenu urgent de mettre au point un système de garanties qui couvrirait l'ensemble du cycle du combustible nucléaire des États non dotés d'armes nucléaires qui adhéreraient bientôt au Traité. Le Conseil de l'Agence a approuvé le nouveau système en 1971. Au début des années 1980, presque tous les pays industrialisés et de nombreux pays en développement avaient adhéré au TNP et avaient pour la plupart, à l'exception des États dotés d'armes nucléaires, soumis toutes leurs matières nucléaires aux garanties de l'AIEA comme l'exige l'article III du Traité.

En 1991, il a été découvert que l'Iraq menait un important programme d'armement nucléaire non détecté par l'AIEA alors qu'en ratifiant le TNP, en octobre 1969, le pays avait renoncé à cet armement. Il a donc été procédé à un réexamen approfondi du système existant (1971). Il faudrait, dorénavant, que l'Agence puisse surveiller les activités à la fois nucléaires et apparentées d'un État, et pas seulement – comme c'était le cas jusqu'alors – les centrales nucléaires déclarées à l'Agence.

Malgré l'échec iraquien, le début des années 1990 a marqué l'apogée de l'évolution du TNP et de l'acceptation internationale des garanties de l'AIEA, principalement en raison de la fin inattendue de la guerre froide. À la Conférence d'examen du TNP, en 1995, les parties sont convenues de proroger indéfiniment le Traité. À ce point, tous les pays sauf trois (Inde, Israël et Pakistan) qui possédaient d'importants programmes nucléaires avaient adhéré au TNP ou à l'un des accords régionaux interdisant les armes nucléaires.

Vers la fin des années 1990, cependant, de nouveaux éléments menacèrent le régime de non-prolifération. La Corée du Nord viola son accord de garanties. En 1998, la Commission spéciale des Nations Unies et les inspecteurs de l'AIEA furent expulsés d'Iraq et, plus tôt cette année-là, l'Inde et

le Pakistan mirent à mal la nouvelle norme incarnée par le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (TICE) de 1996. En 1999, le Sénat des États-Unis rejeta la ratification du TICE, que la communauté internationale mettait au point depuis les années 1950. En outre, les activités de désarmement nucléaire prévues à l'article VI du TNP s'arrêtèrent complètement. Au début de 2000, la Douma russe refusa, malgré les encouragements du gouvernement, de ratifier le second Traité sur la réduction des armements stratégiques. Aux États-Unis, enfin, la pression monta pour que le pays se dote d'un système national de défense qui mettait en danger l'une des pierres angulaires du désarmement nucléaire, à savoir le Traité de 1972 sur les systèmes antimissiles balistiques.

De nombreux pays ont aidé à promouvoir les garanties de l'AIEA, mais leur efficacité a largement dépendu de l'initiative et de l'appui des Américains. Cette dépendance devient critique à l'heure où certains responsables américains semblent, en matière de politique étrangère, s'écarter de la notion de sécurité collective pour s'orienter vers une suprématie technique des États-Unis dans un monde où ce pays est devenu la puissance suprême.

**L'Union soviétique comparait les garanties de l'AIEA à une « toile d'araignée » destinée à piéger les pays en développement et à étouffer leur progrès scientifique et technique.**

## Les trois phases des garanties de l'AIEA

**Phase 1: Une tâche difficile jusqu'au milieu des années 1960.** En janvier 1959, le Conseil des gouverneurs de l'Agence approuva le premier accord relatif à l'application de garanties, qui couvrait un petit réacteur japonais et son combustible. Plusieurs membres du Conseil, cependant, s'opposèrent vigoureusement à l'accord. L'Union soviétique, bien qu'engagée, en pleine guerre froide, dans une guerre de propagande avec l'Ouest, doutait authentiquement du bien-fondé d'une diffusion du nucléaire dans le monde. Elle comparait les garanties de l'AIEA à une « toile d'araignée » destinée à piéger les pays en développement et à étouffer leur progrès scientifique et technique. Certains des principaux pays de la CEE voyaient dans les garanties de l'AIEA une menace pour Euratom. L'Inde et ses partisans du « tiers monde » estimaient que le nucléaire était l'énergie de l'avenir et se méfiaient d'un contrôle international de leurs programmes nucléaires naissants. Ils n'accepteraient des garanties de l'AIEA que lorsqu'il

serait clair que ce serait le prix à payer pour accéder à la technologie nucléaire civile des États-Unis.

Comme preuve de la nécessité d'adopter un système convenu et normalisé, ses partisans citèrent les longues discussions qui avaient eu lieu à propos des garanties du petit réacteur japonais. Le Conseil des gouverneurs approuva le premier système de garanties de l'AIEA en 1961, mais de nombreux pays d'Europe de l'Ouest ne l'acceptèrent qu'à contrecœur. La directive parallèle sur le travail des inspecteurs montra jusqu'où le Conseil avait dû aller pour faire accepter le document. Pour toute inspection régulière, par exemple, l'Agence devrait donner un préavis d'au moins une semaine. Le gouvernement concerné préciserait le port ou l'aéroport d'arrivée et de départ des inspecteurs dans le pays et les itinéraires qu'ils devraient y suivre. Il aurait également le droit d'insister pour que les inspecteurs soient accompagnés de responsables nationaux.

En 1963, l'Union soviétique exprima de façon inattendue son plein appui aux garanties de l'AIEA. Le Conseil de l'Agence put ainsi rapidement approuver un système qui couvrait tous les types et tailles de centrale nucléaire (à l'exception des installations d'enrichissement). Le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis purent désormais demander à l'AIEA de surveiller l'utilisation des réacteurs nucléaires qu'ils fournissaient à l'Inde, au Japon et à d'autres pays. Ces garanties, destinées à s'appliquer aux fournitures de centrales et de combustible et non à l'ensemble du cycle du combustible d'un État non doté d'armes nucléaires, fournirent au TNP (en négociation depuis 1965) un système de vérification éprouvé sur lequel il put fonder les garanties généralisées prévues à l'article III du Traité.

**Phase 2: Entrée en vigueur du TNP et garanties généralisées de l'AIEA.** Le TNP est entré en vigueur le 5 mars 1970. D'après l'Union soviétique, il avait principalement pour objet de permettre aux autres parties de garder un œil sur leur ancien ennemi, la République fédérale d'Allemagne, qui construisait des centrales capables de produire des matières nucléaires de qualité militaire (plutonium et uranium enrichi). Certains des voisins de la République fédérale partageaient les appréhensions soviétiques ; certains pays d'Asie de l'Est ressentaient la même chose vis-à-vis du Japon.

Non dotés d'armes nucléaires, cependant, l'Allemagne, le Japon et d'autres États actifs dans le nucléaire civil étaient déterminés à empêcher que le TNP ne compromette leur droit à mener des activités non militaires – retraitement du combustible usé (récupération du plutonium) et enrichissement de l'uranium. Ils souhaitaient également que les garanties ne soient pas trop intrusives compte tenu du fait, notamment, que le TNP n'imposait aucune garantie à leurs rivaux dotés d'armes nucléaires (France, Royaume-Uni et États-Unis). Pour les États non dotés d'armes nucléaires, seule l'application de garanties à l'industrie nucléaire de leurs concurrents dotés de telles armes uniformiserait les règles du jeu.

Le TNP aurait peu d'intérêt s'il n'était accepté par les principaux États non dotés d'armes nucléaires – République fédérale d'Allemagne, Japon et quelques pays de la CEE. Il fallait





Japon ratifient le TNP. Ces ratifications furent rendues possibles par la conclusion d'accords qui intégraient les garanties de l'AIEA à celles des systèmes de vérification d'Euratom et japonais, respectivement. Presque tous les pays industrialisés et un grand nombre de pays en développement purent, en conséquence, ratifier le TNP et accepter des garanties généralisées avant la fin des années 1970. Dans les années 1980, cependant, et jusqu'au début des années 1990, les grands absents furent deux États dotés d'armes nucléaires (Chine et France) et plusieurs grands pays de régions alors marquées par de fortes tensions politiques et rivalités régionales : Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Inde, Israël et Pakistan.

**Phase 3 : Les années 1980 et 1990.** La fin de la guerre froide transforma les relations entre les principaux États nucléaires, redessina la carte de l'Europe de l'Est et de l'ex-Union soviétique et permit, par là même, d'importantes avancées du désarmement nucléaire. En outre, la transformation des politiques internes et des relations entre les anciens ennemis ou rivaux permit à l'Argentine et au Brésil de renoncer à l'arme nucléaire et à l'Afrique du Sud de l'abandonner, ne laissant, comme grands absents, que l'Inde, Israël et le Pakistan. Cette évolution politique encouragea également la création de nouvelles zones exemptes d'armes nucléaires en Afrique et, par l'exemple, en Asie du Sud-Est, et elle aida à renforcer et à clarifier le Traité visant l'interdiction des armes nucléaires en Amérique latine. En 1995, le TNP était ratifié par la quasi-totalité des pays et les garanties de l'AIEA étaient sur le point de couvrir toutes les activités nucléaires des États non dotés d'armes atomiques.

donc impérativement tenir compte de leurs préoccupations en limitant les inspections au minimum pour réduire les possibilités d'espionnage industriel et en n'appliquant les garanties qu'aux matières nucléaires que les gouvernements auraient déclarées à l'AIEA. En temps normal, les inspecteurs de l'Agence n'auraient accès, sur les sites nucléaires déclarés, qu'à un nombre limité de « points stratégiques » convenus. Ces dernières restrictions se sont révélées essentielles.

Il fut également convenu qu'il fallait, dès que possible, mettre au point un nouveau système de garanties généralisées intégrant ces concepts. L'une des raisons de cette urgence était que le TNP exigeait des États non dotés d'armes nucléaires qu'ils négocient et concluent des accords de garanties généralisées avec l'AIEA, procédure qu'il fallait achever dans les 18 mois suivant l'adhésion au Traité. Il deviendrait également illégal, pour une partie au TNP, de fournir des matières et techniques nucléaires à un État non doté d'armes nucléaires non partie au Traité, à moins que les matières elles-mêmes ou celles résultant de la transaction soient soumises aux garanties de l'AIEA. Dans la pratique, cela signifiait que les États-Unis ne pourraient plus fournir, légalement, du combustible à des réacteurs belges, italiens ou ouest-allemands ou à des centrales d'États non dotés d'armes nucléaires membres d'Euratom tant que ces pays n'auraient pas ratifié le TNP et accepté les garanties généralisées de l'AIEA.

Le Conseil des gouverneurs approuva le nouveau système en 1971. Il fallut attendre, cependant, 1975-1976 pour que les États non dotés d'armes nucléaires membres de la CEE et le

En 1995, la Conférence chargée d'examiner le TNP et la question de sa prorogation prorogea indéfiniment le Traité. Les accords de garanties généralisées furent également rendus permanents (sauf dans l'éventualité improbable où l'État concerné se retirerait du Traité). La Conférence réaffirma la volonté des États parties au TNP – en particulier de ceux dotés d'armes nucléaires – d'œuvrer à un désarmement nucléaire total, de conclure au plus tard en 1996 un Traité d'interdiction complète des essais nucléaires et d'élaborer une convention interdisant la production de matières fissiles pour la fabrication d'armes nucléaires.

La perspective d'un monde exempt d'armes nucléaires garanti par l'AIEA n'avait jamais semblée aussi proche.

---

*Diplomate sud-africain, David Fischer (photo ci-dessus) avait aidé à rédiger le Statut de l'AIEA en 1954-1956. De 1957 à 1982, il avait été chargé des relations extérieures de l'Agence, terminant sa carrière comme directeur général adjoint. Son décès, en mars 2007, a été ressenti comme une lourde perte par l'Agence et par la communauté internationale. L'AIEA a fêté officiellement ses 50 ans cette année, le 29 juillet, date à laquelle, il y a un demi-siècle, son Statut est entré en vigueur.*

# Les garanties sur écran argenté

**Présentant** le travail du Laboratoire d'analyse pour les garanties (LAG), situé à Seibersdorf (Autriche), où plus de 1000 échantillons de matières nucléaires sont analysés chaque année, une vidéo de six minutes donne aux spectateurs un aperçu des garanties au XXI<sup>e</sup> siècle.

Cette vidéo a récemment été distinguée pour sa communication par le Festival international du film et de la vidéo des États-Unis, qui a décerné à ses producteurs un certificat d'excellence créative. Fondé en 1967, le Festival est l'une des principales manifestations mondiales consacrées exclusivement à la reconnaissance d'œuvres d'exception, qu'elles soient commerciales, télévisuelles, documentaires, éducatives, de divertissement, industrielles ou informatives.

Le LAG analyse des échantillons de matières nucléaires que l'AIEA a recueillis aux fins des garanties. Ces échantillons sont prélevés à des points de mesure clés du cycle du combustible et envoyés au LAG pour analyse chimique et isotopique destructive. Celle-ci complète les inspections physiques et les mesures que les inspecteurs de l'AIEA réalisent dans des installations nucléaires. Le but est de vérifier que les matières soumises aux garanties de l'Agence ne sont pas détournées à des fins non pacifiques.

La salle blanche du LAG, en outre, reçoit des échantillons et des frottis prélevés dans des installations nucléaires et analysés pour rechercher la signature d'usages non déclarés de ces installations. Des échantillons d'eau, de sol et de végétaux sont prélevés dans l'environnement pour rechercher des traces d'actinides indiquant la présence et le fonctionnement, à proximité, d'installations nucléaires non déclarées. Des techniques ultrasensibles permettent de détecter et d'analyser des femtogrammes d'actinides et, partant, d'en déterminer l'origine.

Récemment, le directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, a appelé à investir davantage dans ce domaine. S'adressant au Conseil de l'Agence, il a déclaré que celle-ci manquait cruellement de moyens pour moderniser ses laboratoires, dont le travail est essentiel aux activités de vérification, de sûreté et de développement.

La vidéo peut être consultée à l'adresse [www.iaea.org/NewsCenter/News/2007/sgvideo.html](http://www.iaea.org/NewsCenter/News/2007/sgvideo.html)



Un technicien du Laboratoire d'analyse pour les garanties examine, à Seibersdorf, des particules d'uranium au microscope optique.

(Photo : D. Calma/AIEA)



Employés du Laboratoire d'analyse pour les garanties, où sont analysés des échantillons de matières nucléaires provenant d'inspections.

(Photo : D. Calma/AIEA)



# Soutenir le développement

*Il y a vingt ans, une commission internationale créait un concept et une nouvelle façon de penser. Où en sommes-nous aujourd'hui ?*

# 20

Il y a vingt ans, la commission internationale que l'ONU m'avait demandé de créer et de présider présentait ses conclusions, fruit d'années de dur labeur, d'apprentissage et de partage d'expérience.

L'ouvrage, d'allure modeste, s'intitulait *Notre avenir à tous*, titre que nous trouvions approprié, car il traitait ni plus ni moins de notre survie à tous, riches comme pauvres. Il paraissait alors que nous prenions conscience du fait que nous partageons ce monde unique et que nous risquions, à moins d'adapter notre consommation de ressources naturelles à la capacité de charge de la planète, de dépasser les limites. Il était également clair, cependant, que la vaste majorité de la population mondiale ne jouait qu'un rôle minime dans cette surconsommation de nos ressources finies. Le problème, c'était l'inégalité des possibilités et l'inégalité de la répartition.

Le besoin de répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre l'aptitude des générations futures à répondre aux leurs, la Commission l'incarna dans l'expression «développement durable», nouveau concept politique qui incluait l'équité et la justice, tant au sein des générations qu'entre elles.

La Commission fonda son rapport sur une démarche globale. Nous abordâmes aussi bien le rôle de l'économie mondiale que les thèmes de la démographie et de l'éducation, de la sécurité alimentaire, de la protection des espèces et des écosystèmes, de l'énergie, de l'industrie et de l'urbanisme, des océans, de l'espace et de l'Antarctique. Nous abordâmes la façon dont nous devons organiser la communauté internationale, dans le respect de la Charte des Nations Unies, des droits de l'homme et des libertés fondamentales.

La Commission conclut que pour pouvoir parler de progrès, il fallait radicalement réduire la pauvreté endémique, généralisée et abjecte, et que pour pouvoir parler de succès, il fallait

l'éliminer. La pauvreté est une cicatrice sur le visage de l'humanité : elle détruit les gens et détruit l'environnement.

Tandis que la Commission travaillait, nous connûmes des catastrophes industrielles et nucléaires, l'appauvrissement de la couche d'ozone, des famines, des sécheresses et des pandémies. À l'étonnement de nombreuses personnes, le rapport présenta non pas un tableau apocalyptique, mais un solide message d'espoir. Alors que l'humanité pouvait sans aucun doute détruire l'équilibre global qui existait entre elle et la biosphère, elle n'avait jamais autant eu les moyens de sauver cette fragile relation. Le monde releva ce défi et se rendit, en 1992, à Rio pour le Sommet Planète Terre.

Nous connûmes les fortes attentes de la Conférence du Caire sur la population et entendîmes les millions de voix qui exigeaient la liberté et l'égalité à la Conférence de Beijing sur les femmes. À Kyoto, ensuite, nous nous réjouîmes des succès obtenus et nous désolâmes des échecs subis.

Après une multitude de réunions, nous nous rendîmes à New York, où nous adoptâmes les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), qui forment, avec d'autres critères, notre horizon. Au Sommet de Johannesburg, enfin, nous exprimâmes nos frustrations et notre impatience, mais parvînmes à faire avancer les choses.

Il y eut, certes, des périodes de relâchement et de laisser-aller. Vingt ans plus tard, néanmoins, nous pouvons dire sans hésiter que nous progressons dans de nombreux domaines. La pauvreté demeure notre principal problème. Sur les six milliards d'humains qui coexistent sur notre fragile planète, beaucoup manquent de nourriture, d'eau et de sécurité. De nombreux pays, heureusement, connaissent une forte croissance. En Afrique, par contre, nombre sont ceux qui sont pris dans un cercle vicieux, souffrant en marge de l'économie mondiale.

# ment durable

Des centaines de millions d'individus, par bonheur, quittent les vallées du désespoir pour atteindre les hauteurs de la justice et de la prospérité, notamment en Asie. C'est la plus forte progression du bien-être et de la prospérité de notre vie et, probablement, de toute l'histoire.

Dans nombre de pays et de cultures, les femmes continuent de subir des discriminations et des traitements inhumains et dégradants. La situation, cependant, semble s'améliorer, surtout pour ce qui est de l'éducation des jeunes filles. À propos, quels sont les pays qui connaissent les plus forts taux de croissance? Ceux qui pratiquent l'égalité des chances. L'égalité des sexes est un avantage comparatif.

Dans les pays en développement, l'accès à l'eau s'améliore. Dans le monde entier, notamment en Asie et en Afrique, l'OMD consistant à réduire de moitié la proportion de la population qui n'a pas accès à l'eau est en passe d'être atteint. L'accès à un assainissement de base se développe également, mais pas assez rapidement pour que l'on atteigne l'OMD correspondant d'ici à 2015. Dans nombre de pays et de régions, enfin, la rareté de l'eau, sa pollution et l'exploitation excessive des nappes souterraines compromettent la survie de l'homme. Pour beaucoup, ce problème est encore plus grave que celui des changements climatiques.

Pendant cinq des nombreuses années que nous passons en revue, j'ai eu le privilège de diriger l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Récemment, j'ai accepté l'offre que me faisait le Secrétaire général de l'ONU de devenir l'un de ses trois envoyés spéciaux pour les changements climatiques. Je lui sais gré de se concentrer aussi fortement sur le climat dès le début de son mandat. L'action qu'il mène est essentielle, et nous sommes nombreux à l'appuyer et à l'accompagner.

Il est souvent possible de résoudre les problèmes de développement durable par secteur ou par pays. Il est souvent possible de les résoudre par pays ou par groupes de pays. Pas les changements climatiques. Nous en sommes tous victimes et personne ne peut y échapper. Personne ne peut s'acheter une protection.

Les théories sur l'effet physique des concentrations de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sur le climat mondial ont été présentées il y a plus d'un siècle. Il y a vingt ans, la Commission mondiale a mis en avant les conclusions de chercheurs de 30 pays réunis à Villach (Autriche) en 1985 sous l'égide de



**« Il est irresponsable, dangereux et profondément immoral de mettre en question la gravité de la situation : le temps du diagnostic est passé – il faut maintenant agir. »**

l'Organisation météorologique mondiale, du PNUE et du Conseil international de la science. Ce précurseur du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a déclaré qu'il était possible et plausible que l'homme ait provoqué des changements climatiques.

À la Conférence de Toronto sur le climat, en 1988, j'ai proposé de mettre au point une convention internationale qui traiterait de science, de transfert de technologie et de mesures concrètes permettant de réduire les émissions de gaz nocifs. Cette convention, nous l'avons signée quatre ans plus tard.

Quelle est alors, aujourd'hui, la nouveauté? La nouveauté, c'est qu'il n'y a plus de doute. Le rapport du GIEC est clair, tout comme l'est le rapport Stern (rédigé par le britannique N. Stern). Il est irresponsable, dangereux et profondément immoral de mettre en question la gravité de la situation : le temps du diagnostic est passé – il faut maintenant agir.

La responsabilité principale, c'est nous, les pays industrialisés, qui devons l'assumer. C'est nous qui avons saturé l'atmosphère. C'est donc surtout à nous qu'il revient de réduire les émissions. Nous devons mener des combats et surmonter des obstacles.

Je voudrais évoquer trois points. Premièrement, les changements climatiques ne se feront ressentir que bien après les décisions politiques qu'il faudra prendre. Deuxièmement, aucun pays ne pourra les combattre à lui seul. Ces changements, en effet, ne connaissent pas de frontière. Il est difficile, même pour le pays le plus vaste, de changer le cours des choses à lui seul. Troisièmement et surtout, nous sommes paralysés par une profonde méfiance, qui vaut aussi bien entre pays industrialisés et pays en développement qu'entre pays d'un même groupe.

Les pays industrialisés estiment que ceux en développement sont réticents et qu'ils en font trop peu. Les pays en développement, de leur côté, estiment que le monde industrialisé n'a pas tenu ses promesses d'aide financière et technique. Beaucoup se préoccupent de coûts et de compétitivité, et beaucoup rechignent à contracter des obligations auxquelles d'autres échapperaient.

À mesure que nous avançons, il nous faut tenir compte de ces préoccupations sans, cependant, nous laisser aveugler, ni perdre foi dans la cause que nous défendons. Il nous faut instaurer la confiance et trouver un terrain d'entente. Kyoto impose des obligations concrètes à des pays qui ne sont responsables que d'environ 30% des émissions mondiales actuelles. Nous devons, pour le nouvel accord, viser des objectifs bien plus ambitieux. Il faudra, pour cela, s'attacher la participation des pays qui produisent le plus d'émissions – les États-Unis, mais aussi les grands pays en développement. Eux aussi vont devoir, en matière d'émissions, prendre des engagements concrets.

Mon pays – la Norvège – prend actuellement de nouveaux engagements. Premièrement, de dépasser ses objectifs : d'ici à 2012, nous allons réduire nos émissions de 10% de plus que ce que nous impose le Protocole de Kyoto. Deuxièmement, de ramener, d'ici à 2020, nos émissions de gaz à effet de serre à l'équivalent de 30% de ce que nous avons émis en 1990.

Cela, cependant, ne suffira pas. D'ici à 2050, il va encore falloir réduire les émissions de gaz à effet de serre, et que les pays riches n'aient plus aucun effet net sur les émissions de dioxyde de carbone.

Le troisième engagement, par conséquent, que prend la Norvège est de supprimer, d'ici à 2050, 100% de ses émissions de gaz à effet de serre.

Ces objectifs seront atteints en prenant d'importantes mesures en Norvège et en utilisant les mécanismes de Kyoto. En Norvège, notamment, on construira la première centrale électrique au monde alimentée au gaz, qui sera équipée d'un véritable système de capture et de stockage du carbone. C'est quelque chose qui n'a jamais été fait – ni même envisagé – auparavant.

Une fois cette centrale mise au point, nous espérons disposer d'une technologie capable de nettoyer celles à charbon à un coût commercialement attrayant. Essentielle pour notre climat, cette technologie présentera également, aux niveaux local et régional, bien d'autres avantages, en particulier pour la santé publique.

Appliqués à l'échelon international pour la mise en œuvre de mécanismes de développement propre, ces systèmes de capture du carbone pourront générer des milliards de dollars. Ils donneront lieu à un transfert de technologie et à d'importants flux financiers vers les pays en développement depuis de nouvelles sources privées. Bref, il existe d'amples possibilités d'encourager le changement et l'investissement.

Les pays en développement ont le droit de se développer. Que l'on ne s'y trompe pas : personne ne leur demande de freiner leur quête de prospérité. Il faut, cependant, leur permettre de sauter les étapes les plus polluantes du développement par lesquelles nombre d'entre nous sont passés.

Aujourd'hui, nous sommes au seuil d'une économie nouvelle et verte – une économie qui produira peu de carbone, débarrassera le monde de la pauvreté et sauvera le climat. C'est notre mission et elle est réalisable. Nous devons progresser sur un vaste front : améliorer le rendement énergétique, développer l'utilisation des sources d'énergie renouvelables, améliorer les pratiques agricoles et forestières et faciliter l'adaptation, en particulier dans les pays les moins avancés et les petits États insulaires.

Pour progresser réellement, nous devons mettre en place un marché du carbone véritablement mondial s'appuyant sur un éventail croissant de mécanismes de développement propre. Le gros investissement viendra lorsque les ministres des finances et les directeurs financiers, obligés de payer pour leurs émissions de carbone, demanderont qu'on réduise ces dernières ! Les grandes réalisations partent souvent d'une vision qui semble proche de la folie et nombre de progrès scientifiques parmi les plus importants ont, dans un premier temps, été sous-appréciés. Combien d'argent fallait-il dépenser pour mettre au point la première ampoule électrique ?

Il y a 40 000 à 70 000 ans, l'humanité engageait son combat avec la biosphère. Il y a deux cents ans, nous semblions en mesure de la contrôler. Nous avons joué, cependant, aux apprentis sorciers. L'année 2007 va être déterminante et les responsables politiques qui pensent que le monde va retourner à ses affaires comme si de rien n'était vont être rudement accueillis par leurs électeurs. Nous devons commencer dès maintenant à mettre sur pied un régime mondial efficace. Vous pouvez penser que nous allons échouer, mais ce ne sera pas le cas, car nous n'avons pas le choix.

---

*Gro Harlem Brundtland est envoyée spéciale de l'ONU pour les changements climatiques. Le présent article s'inspire d'un discours d'orientation qu'elle a prononcé à la 15<sup>e</sup> session de la Commission du développement durable, au début de l'année.*



# le long chemin vers un monde sans armes nucléaires

Tariq Rauf

Les États se préparent pour la prochaine Conférence d'examen du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) en 2010.

**A** l'ouverture d'une importante conférence sur la maîtrise des armements nucléaires et sur le désarmement, en novembre 2001, l'ancien Secrétaire général de l'ONU, Kofi Annan, déclara de façon abrupte, mais pertinente: « Nous ne pouvons pas nous permettre de laisser proliférer les armes nucléaires. Nous ne pouvons pas, non plus, nous permettre de ralentir l'action que nous menons pour éliminer ces armes des arsenaux mondiaux... Nous avons une occasion précieuse, mais brève, de faire de ce monde troublé un endroit plus sûr, débarrassé de l'arme nucléaire. Ne la laissons-pas passer. »

Cette déclaration fit passer le message que parallèlement à l'action menée dans le monde pour combattre le terrorisme, la meilleure façon d'empêcher la prolifération des armes nucléaires était de concevoir des instruments multilatéraux de maîtrise des armements, et non d'agir de façon unilatérale.

Le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) est, par le nombre de ses signataires, le premier traité multilatéral de maîtrise des armements au monde. En 2000, les 187 États parties d'alors ont adopté par consensus tout un ensemble de recommandations et de mesures visant la non-prolifération et le désarmement nucléaires. En 2006, le rapport de la Commission des armes de destruction massive rappela à juste titre les mesures adoptées en 1995 à la Conférence d'examen du TNP, à laquelle les parties étaient convenues de proroger indéfiniment le Traité (voir encadré).

Il y a près de sept ans, en mai 2000, les États parties au TNP adoptèrent par consensus un document final pleinement négocié et convenu sous tous ses aspects, qui appelait

notamment à s'engager sans équivoque en faveur de l'élimination totale des armes nucléaires, énonçait des mesures concrètes permettant de progresser encore sur la voie du désarmement et de la non-prolifération nucléaires, et renforçait le processus d'examen. Ce document de plus de 150 paragraphes couvre tous les aspects du TNP, certaines questions régionales (Moyen-Orient, Asie du Sud et Corée) et le processus d'examen renforcé. Il exprime l'avis collectif des États parties au TNP concernant les prescriptions juridiques et politiques d'application du TNP et la conduite du processus d'examen renforcé. Ces prescriptions sont sans appel.

Les conférences d'examen du TNP se tiennent tous les cinq ans et la prochaine, qui se tiendra en 2010, est déjà en préparation. Elle se prépare dans l'ombre de la Conférence de 2005, qui fut un échec; du Sommet du Millénaire de 2005, qui n'a pu s'entendre sur le désarmement et la non-prolifération nucléaires; de l'immobilisme de la Conférence du désarmement; du renouvellement des arsenaux des États parties au TNP dotés d'armes nucléaires, qui va donner lieu à d'importants programmes d'armement; des difficultés de vérification rencontrées dans certains États parties au TNP non dotés d'armes nucléaires; des essais pratiqués en Corée; et de la situation financière précaire de l'AIEA.

En 2007, l'attention du Comité préparatoire de la Conférence d'examen du TNP s'est notamment portée sur les points suivants: l'absence persistante de progrès du désarmement nucléaire; le renforcement de l'engagement en faveur de la non-prolifération nucléaire; la prévention du terrorisme nucléaire; l'amélioration de la protection physique et de la comptabilité des matières nucléaires ou radioactives; les

## Engagements de non-prolifération : des mesures liées

« Toutes les parties au TNP doivent revenir aux engagements fondamentaux et équilibrés qu'elles ont pris en matière de non-prolifération et de désarmement et qui ont été confirmés en 1995 lorsque le Traité a été prorogé indéfiniment. Toutes les parties au Traité doivent appliquer la décision relative aux principes et objectifs de la non-prolifération et du désarmement, celle relative au renforcement du processus d'examen du Traité et la résolution sur l'instauration, au Moyen-Orient, d'une zone exempte d'armes nucléaires et d'armes de destruction massive, toutes adoptées en 1995. Elles doivent également promouvoir la mise en œuvre des « treize mesures concrètes » de désarmement nucléaire adoptées en 2000. »

— *rapport de la Commission des armes de destruction massive, établi par Hans Blix, ancien directeur général de l'AIEA*

problèmes non résolus du Moyen-Orient ; la Corée et l'Asie du Sud ; l'application du Traité ; les prescriptions relatives à l'établissement de rapports convenues dans le document final de 2000 (sur le désarmement nucléaire et le Moyen-Orient) ; et la vitalité du processus d'examen renforcé.

## Comité préparatoire 2007

Comme en avait décidé l'Assemblée générale des Nations Unies, le Comité préparatoire s'est réuni à Vienne en marge du 50<sup>e</sup> anniversaire de la création de l'AIEA, autorité unique de vérification du TNP. Il a lancé, du 30 avril au 11 mai 2007, les activités de préparation de la Conférence d'examen de 2010.

Cette réunion, à laquelle ont participé 106 États parties au TNP, devait être une nouvelle occasion de mettre en œuvre, pour le Traité, un processus renforcé à même d'améliorer et de renforcer, par des recommandations, son examen et son autorité. Le Comité préparatoire 2007 a été présidé par Yukiya Amano, représentant permanent du Japon auprès de l'AIEA. Ursula Plassnik, Ministre autrichienne des affaires étrangères, a présenté au Comité une nouvelle et audacieuse proposition d'approches multilatérales du cycle du combustible nucléaire. Une déclaration a été faite au nom de l'AIEA par Vilmos Csevegy, directeur du Bureau des relations extérieures et de la coordination des politiques.

L'une des principales questions abordées a été celle du mandat du Comité préparatoire. Quel serait le plan de travail et qu'examinerait-on ? Le Comité a examiné trois ensembles de questions concernant l'application des dispositions du Traité : a) non-prolifération des armes nucléaires, désarmement et paix et sécurité internationales ; b) non-prolifération des armes nucléaires, garanties et zones exemptes d'armes nucléaires ; et c) droit inaliénable des parties au Traité à étudier, produire et utiliser l'énergie nucléaire à des fins pacifiques sans discrimination et en conformité avec les dispositions du TNP relatives à la non-prolifération. Au sein de ces ensembles, le Comité a examiné, notamment, trois sous-ensembles de questions : a) désarmement nucléaire et assurances de sécurité données par les États dotés d'armes nucléaires à ceux qui n'en sont pas ; b) questions régionales, y compris le Moyen-Orient et l'application de la résolution de 1995 y relative ; et c) autres dispositions du Traité, y compris l'article X (retrait).

L'examen de ces questions s'est déroulé sur deux jours ouvrés. Près de 100 textes et documents de travail ont été présentés, même s'il était clair que peu d'entre eux pourraient être examinés. Cette documentation, néanmoins, s'intégrera aux archives du Comité.

À partir des discussions et de la documentation du Comité, le Président a produit, comme l'exigeait le processus d'examen renforcé du Traité, un document de travail. Ce document avait pour but de rendre compte des discussions de fond. En 51 paragraphes, il couvrait les trois piliers du TNP – désarmement nucléaire, non-prolifération nucléaire et utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire – ainsi que, notamment, l'universalité du Traité, les assurances de sécurité, les zones exemptes d'armes nucléaires, le respect des dispositions conventionnelles, le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (TICE), le Traité sur l'arrêt de la production de matières fissiles (pour la fabrication d'armes nucléaires), la sûreté et la sécurité nucléaires, et les approches multilatérales du cycle du combustible nucléaire.

## Tirer le meilleur parti des comités préparatoires

Certains États parties affirment fréquemment qu'on ne peut parvenir à des compromis et à d'importants accords qu'à la dernière session du Comité préparatoire et aux conférences d'examen proprement dites et que par conséquent, il ne faut pas trop attendre des premières sessions du Comité. Cet avis sous-estime l'importance et la pertinence des comités préparatoires et surcharge la Conférence d'examen.

Il faut accorder davantage de crédibilité aux travaux du Comité préparatoire et utiliser ses sessions pour fixer des buts ou objectifs intermédiaires de promotion du TNP pendant l'intersession. Pour accroître la contribution du Comité à la non-prolifération et au désarmement, il faut impérativement que les sessions prennent le pouls du Traité et recommandent des mesures propres à renforcer son application, son autorité et sa crédibilité. Il est contraire à l'esprit du processus d'examen renforcé de ne promouvoir l'application du Traité que tous les cinq ans, lors des conférences d'examen.

## L'avenir

Vu l'évolution défavorable de la situation internationale et le nombre d'accords de maîtrise des armements mis au rebut, d'aucuns renvoient déjà à la baisse les résultats escomptés de la Conférence d'examen de 2010. Certains observateurs, cependant, comptent sur un renouvellement des dirigeants d'ici à 2010 pour améliorer les choses. La mise en œuvre d'un processus d'examen renforcé bien conçu et axé sur les résultats est essentielle à la réalisation du principe de «permanence responsable».

La session 2008 du Comité préparatoire doit se tenir à Genève du 28 avril au 9 mai. Les dates de la troisième session, en 2009 à New York, seront décidées l'an prochain. Le processus d'examen, qui comprend les sessions du Comité préparatoire, la Conférence d'examen proprement dite et tout autre mécanisme convenu par les États parties, devrait aborder deux questions fondamentales : de quoi les États parties sont-ils responsables et comment s'exerce cette responsabilité ? Le processus doit être «axé sur des produits» et structuré de façon à faciliter la réalisation de l'objectif de permanence responsable, en vertu de laquelle tous les États parties au TNP sont responsables du respect des engagements contractés.

---

*Tariq Rauf (T.Rauf@iaea.org) est responsable de la coordination des politiques de vérification et de sécurité au Bureau des relations extérieures et de la coordination des politiques de l'AIEA.*

*Les opinions exprimées dans le présent article sont celles de l'auteur.*

## L'AIEA et le TNP

*Bien qu'elle ne soit pas partie au TNP, l'AIEA assume, en vertu de ce Traité, des fonctions et des responsabilités essentielles. L'article III, en particulier, confie à l'Agence le soin de vérifier que les États non dotés d'armes nucléaires parties au TNP respectent leurs engagements de non-prolifération « en vue d'empêcher que l'énergie nucléaire ne soit détournée de ses utilisations pacifiques vers des armes nucléaires ou d'autres dispositifs explosifs nucléaires ». L'AIEA facilite également, en vertu de l'article IV, les initiatives qui visent « un développement plus poussé des applications de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ».*

*Depuis la première Conférence d'examen du TNP, en 1975, les États parties au Traité rappellent que les garanties de l'AIEA jouent un rôle essentiel dans le régime de non-prolifération nucléaire. Dans le document final de 2000, ils ont réaffirmé que l'AIEA est l'autorité compétente pour ce qui est de vérifier et d'assurer, conformément à son Statut et à son système de garanties, le respect des obligations que les États ont contractées en vertu de l'article III.1 du Traité.*



# Le tableau changeant de l'énergie nucléaire

Mohamed ElBaradei

## La demande croissante d'électricité dans le monde va obliger à panacher les sources d'énergie.

L'énergie est essentielle au développement. Dans presque tous ses aspects, de la réduction de la pauvreté à l'amélioration des soins de santé, le développement exige un accès fiable à une énergie moderne. Lorsque ces besoins ne sont pas satisfaits, la misère qui en résulte conduit souvent à des conflits et à des violences qui, à leur tour, freinent le développement et compromettent la stabilité régionale et mondiale.

Dans ce contexte, il faut considérer le déséquilibre du monde actuel. Aujourd'hui, en effet, 1,6 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité et 2,4 milliards utilisent la biomasse traditionnelle faute d'avoir accès aux combustibles modernes.

La sécurité énergétique mondiale, selon moi, passe par la satisfaction des besoins énergétiques de tous les pays et de tous les individus, y compris le quart de l'humanité qui n'a pas accès à une énergie moderne. L'Agence internationale de l'énergie de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) prédit, si la consommation et les politiques actuelles ne changent pas, une augmentation de 53% de la consommation d'énergie mondiale d'ici à 2030, augmentation qui sera, à hauteur de 70%, imputable aux pays en développement. Elle estime également que le recours accru au nucléaire aidera à faire face à l'augmentation de la demande d'énergie, accroîtra la sécurité des approvisionnements et réduira les émissions de carbone.

À lui seul, bien entendu, le nucléaire n'est pas une panacée. À l'avenir, cependant, il est probable qu'il jouera un rôle croissant dans l'éventail des sources d'énergie dont disposera la planète. Pourquoi assistons-nous à un regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire et quels défis va devoir relever un pays qui envisagera de mettre en œuvre un programme d'énergie nucléaire ?

### La situation dans le monde

On compte, actuellement, 439 réacteurs nucléaires en activité dans 30 pays. Ces réacteurs fournissent environ 15,2% de l'électricité mondiale.

À ce jour, l'utilisation de l'énergie nucléaire s'est concentrée dans les pays industrialisés. En termes de nouvelles construc-

tions, cependant, le tableau est différent : 16 des 30 réacteurs en construction se situent dans des pays en développement, essentiellement en Asie. La Chine, par exemple, construit actuellement quatre réacteurs et prévoit de multiplier sa capacité de production par plus de cinq dans les 15 prochaines années. L'Inde construit sept réacteurs et prévoit de multiplier sa capacité par sept, environ, d'ici à 2022. Le Japon, le Pakistan et la République de Corée prévoient également d'accroître leur capacité.

Dans un avenir proche, il n'est pas impossible que de nouveaux pays d'Asie-Pacifique choisissent, pour produire de l'électricité, l'option nucléaire. Le Vietnam entend entamer la construction de sa première centrale en 2015. L'Indonésie prévoit de construire deux réacteurs de 1000 MW au centre de Java. Récemment, l'Agence thaïlandaise de l'énergie a annoncé son intention de construire deux grandes centrales à partir de 2015. En Malaisie, une étude globale de la politique énergétique, qui englobera le nucléaire, devrait être menée d'ici à 2010.

Le regain d'intérêt pour l'énergie nucléaire ne se limite pas à l'Asie. Des pays tels que la Jordanie et la Turquie envisagent sérieusement de lancer des programmes d'énergie nucléaire et de nombreux autres, comme l'Afrique du Sud, l'Argentine, la Bulgarie et le Kazakhstan, développent actuellement les programmes existants.

### Les raisons d'un intérêt croissant

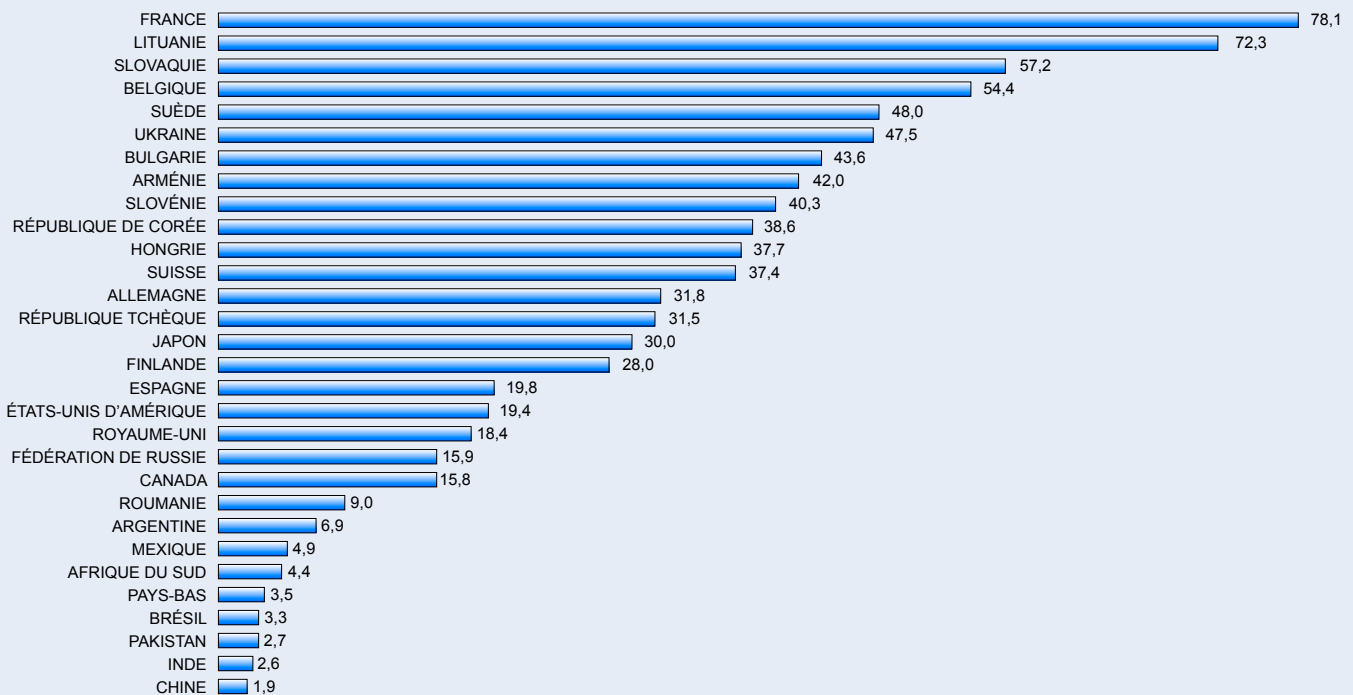
Les raisons du regain d'intérêt sont multiples :

#### *Diversité et sécurité énergétiques*

Pour nombre de pays, le nucléaire est un moyen d'accroître la sécurité et la diversité de l'approvisionnement énergétique. Cela s'est démontré dans les années 1970, lorsque les craintes pour la sécurité énergétique, suscitées par l'interruption des livraisons de pétrole, ont été l'une des principales raisons du développement du nucléaire dans des pays tels que la France et le Japon. Aujourd'hui, la France dépend du nucléaire pour 78% de son électricité. Au Japon, ce chiffre est de 30%.

La sécurité énergétique est de nouveau d'actualité. Pour certains, il faut impérativement diversifier les fournisseurs et

## Part du nucléaire dans la production d'électricité dans le monde



Pourcentages pour 2006. Source: AIEA. Pour les dernières statistiques, voir [www.iaea.org](http://www.iaea.org), Système d'information sur les réacteurs de puissance (PRIS).

sources d'énergie afin d'atténuer les fluctuations du prix des combustibles fossiles. Pour d'autres, les problèmes de sécurité énergétique tiennent davantage à l'instabilité qui caractérise les relations politiques nouées avec les grands producteurs de pétrole et de gaz naturel.

### Émissions de carbone et souci de l'environnement

Un autre intérêt du nucléaire est qu'il n'émet pratiquement pas de gaz à effet de serre. Sa chaîne complète – extraction de l'uranium, fabrication du combustible, construction et exploitation du réacteur et élimination des déchets – n'émet que 1,6 gramme d'équivalent carbone par kW/h, soit à peu près le même volume que l'énergie éolienne ou l'hydroélectricité et bien moins que le charbon, le pétrole et le gaz naturel.

La communauté internationale accorde de plus en plus d'attention à l'impact que produisent les émissions de carbone provenant de combustibles fossiles. En 2007, le Sommet du G8 a déclaré vouloir imposer, prochainement, aux principaux pays émetteurs de gaz à effet de serre un nouveau cadre international de réduction des émissions et envisager de réduire de moitié, d'ici à 2050, les émissions mondiales. Compte tenu de ses faibles émissions, le nucléaire est considéré par beaucoup comme un élément de la solution.

### Solide performance

Un autre facteur important qui explique le regain d'intérêt pour le nucléaire est sa solide performance. Le nucléaire est une technologie éprouvée qui possède plus d'un demi-siècle d'expérience. Au cours des deux dernières décennies, de

surcroît, on a noté d'importantes améliorations de la fiabilité des centrales, de leur coût d'exploitation et de leur bilan de sûreté.

## Principaux aspects à prendre en compte

Pour que le nucléaire, cependant, continue d'être une source d'énergie viable, il faut répondre à plusieurs préoccupations.

### Sûreté nucléaire

Premièrement, la sûreté. L'accident de Tchernobyl, en 1986, a été pour l'industrie nucléaire un échec patent. De nombreuses vies ont été perdues. Des milliers de personnes ont vu leur santé se dégrader et l'accident a eu d'importantes conséquences écologiques et sociales. Il a été le résultat d'une conception archaïque du réacteur, aggravée par de grossières erreurs de manipulation. Ironiquement, cependant, cet événement a également permis d'améliorer considérablement notre approche de la sûreté nucléaire.

Un changement clé a été l'élaboration d'un « régime international de sûreté nucléaire ». Il a été mis au point des conventions qui ont créé des normes juridiquement contraignantes renforçant la sûreté des activités nucléaires. L'AIEA a actualisé ses normes pour refléter les meilleures pratiques de l'industrie. Autre fait important: l'Agence et l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) ont créé, pour faciliter la réalisation d'examen par des confrères et l'échange de données opérationnelles propres à améliorer la sûreté d'exploitation, des réseaux internationaux.

Au fil des ans, le régime international de sûreté nucléaire a produit de nombreuses indications sur la façon de réduire les risques. Il ne faudrait pas, cependant, nous reposer sur nos lauriers. Il faudra impérativement, si l'on veut relever le niveau de sûreté à l'avenir, adapter – et parfois renforcer – les normes de sûreté, les pratiques d'exploitation et le contrôle réglementaire.

### **Sécurité nucléaire**

La sécurité nucléaire est également devenue, ces dernières années, un important sujet de préoccupation. Les attentats perpétrés sans discernement par des extrémistes dans de nombreuses régions ont obligé à réévaluer la sécurité de chaque secteur industriel, y compris le secteur nucléaire. Ces cinq dernières années, l'AIEA a œuvré sur tous les continents pour aider les pays à mieux protéger leurs matières nucléaires, leurs sources radioactives et leurs installations.

### **Gestion du combustible usé**

La gestion du combustible usé et l'évacuation des déchets hautement radioactifs posent un problème constant à l'industrie nucléaire. La quantité de combustible usé produite chaque année – quelque 10 000 tonnes – est en fait relativement faible par rapport aux 28 milliards de tonnes de dioxyde carbone (CO<sub>2</sub>) provenant de combustibles fossiles qui sont rejetés directement dans l'atmosphère et sont, comme je l'ai dit, la principale cause des changements climatiques. Les experts conviennent que le stockage géologique des déchets de haute activité est sûr et techniquement réalisable. Le public, cependant, restera sceptique – et les déchets nucléaires controversés – jusqu'à ce que les premiers dépôts géologiques entrent en service et que les techniques d'évacuation apportent la preuve de leur sûreté.

### **Non-prolifération nucléaire**

Alors que les attentes vis-à-vis de l'énergie nucléaire augmentent, on note un accroissement des préoccupations concernant la prolifération des armes et des techniques nucléaires sensibles.

L'essai nucléaire réalisé en 2006 par la République populaire démocratique de Corée (RPDC) et les inquiétudes internationales qui entourent le programme nucléaire iranien en sont deux illustrations.

Nous sommes, selon moi, à un moment décisif. Il faut d'urgence que toutes les parties renouvellent leur attachement au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP). Ce Traité repose sur deux piliers : la non-prolifération et le désarmement, c'est-à-dire l'engagement, par les États non dotés d'armes nucléaires, de ne pas chercher à se doter de telles armes, et l'engagement parallèle, par les États dotés d'armes nucléaires, d'emprunter la voie du désarmement. Ces engagements se renforcent mutuellement.

Le désarmement nucléaire progresse trop lentement. On recense encore, dans le monde, 27 000 ogives nucléaires. Or, il est clair que tant que certains pays fonderont leur défense

stratégique sur l'arme nucléaire, d'autres seront tentés de les imiter. Quiconque pense autrement se trompe.

Sur le front de la non-prolifération, l'AIEA joue un rôle essentiel. En vertu des accords de garanties prévus par le TNP, nous inspectons les pays pour vérifier qu'ils ne détournent pas les matières de leurs programmes nucléaires civils à des fins militaires. Pour être efficaces, cependant, il faut que nous disposions de l'autorité, des informations, des moyens techniques et des ressources nécessaires.

À mesure que les pays s'industrialisent, il devient de plus en plus difficile de contrôler la diffusion des techniques. Certaines activités sont particulièrement sensibles. C'est le cas, par exemple, de l'enrichissement et du retraitement du combustible usé, activités normales d'un programme nucléaire civil qui peuvent cependant servir à produire de l'uranium hautement enrichi et du plutonium utilisables dans des armes nucléaires. Les pays qui mènent ces activités sont presque capables de produire des armes nucléaires.

Depuis quelque temps, je propose que nous envisagions une approche multinationale de l'enrichissement et du retraitement afin de faire en sorte qu'aucun pays ne puisse, indépendamment, produire des matières nucléaires sensibles. Cela se ferait en deux temps.

Premièrement, on créerait un mécanisme « d'assurance d'approvisionnement », qui pourrait comprendre une banque de combustible gérée par l'AIEA.

Pour les pays qui utilisent du combustible nucléaire pour produire de l'électricité, ce mécanisme servirait de fournisseur de dernier recours, ce qui éliminerait le risque de voir l'approvisionnement interrompu pour des raisons non commerciales.

Deuxièmement, on placerait toute nouvelle activité d'enrichissement de l'uranium et de séparation du plutonium sous contrôle multinational. Ce contrôle serait également étendu aux installations existantes pour que tous les pays soient traités sur un pied d'égalité.

### **Innovation technologique**

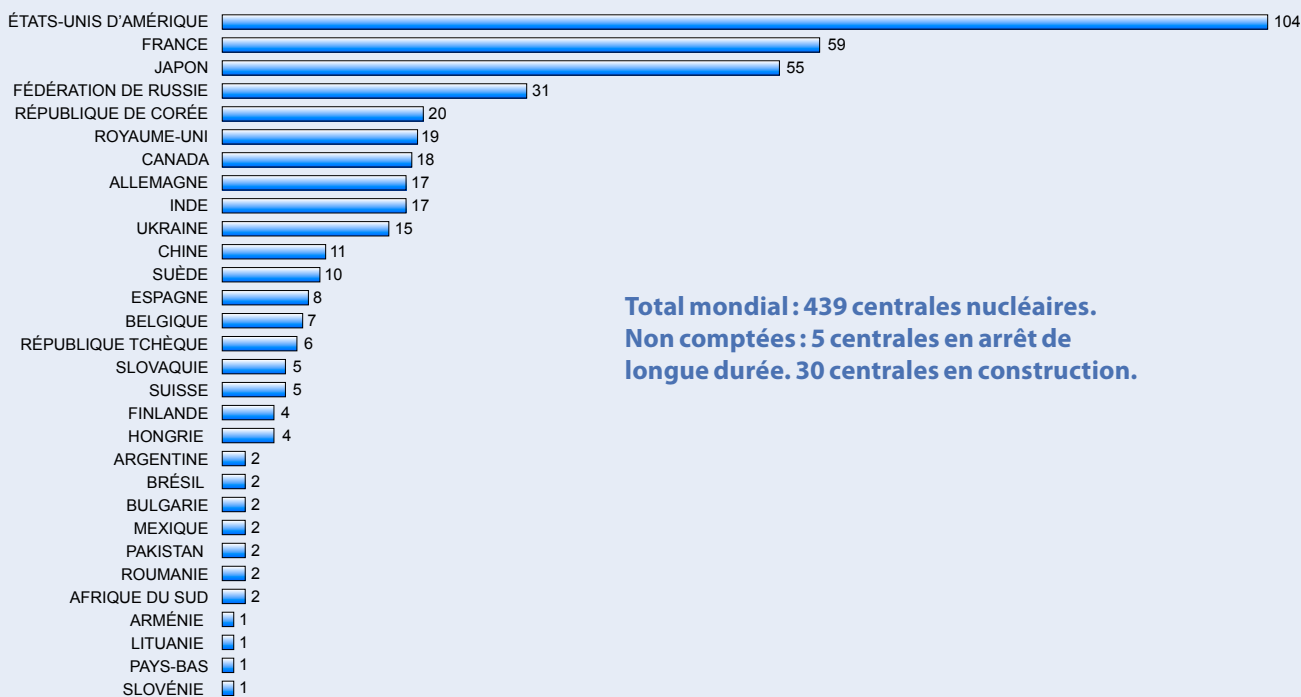
L'avenir du nucléaire dépendra également, en grande partie, de l'innovation technologique, c'est-à-dire de la mise au point de nouveaux réacteurs et cycles du combustible. Actuellement, bien entendu, la recherche vise principalement à améliorer la sûreté nucléaire, à limiter les risques de prolifération, à réduire la production de déchets et à améliorer la performance économique.

Le projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) vise à faire en sorte que soient cernés et pris en compte, lors de l'étude et de l'élaboration des systèmes nucléaires, les futurs besoins de tous les pays, notamment de ceux en développement.

Ces derniers sont particulièrement intéressés par des réacteurs de petite taille et de taille moyenne, qui permettent



## Centrales nucléaires en activité dans le monde



**Total mondial : 439 centrales nucléaires.  
Non comptées : 5 centrales en arrêt de  
longue durée. 30 centrales en construction.**

Données d'août 2007. Le total mondial inclut 6 centrales situées à Taiwan (Chine). Source : AIEA. Pour les dernières statistiques, voir [www.iaea.org](http://www.iaea.org), Système d'information sur les réacteurs de puissance (PRIS).

un investissement progressif et correspondent mieux à leur réseau. Ces réacteurs s'adaptent en outre plus facilement à des applications telles que le chauffage urbain ou le dessalement de l'eau de mer.

### Besoins d'infrastructure

Technique de pointe, le nucléaire a besoin d'une infrastructure de pointe. Les pays qui prévoient de l'utiliser pour produire de l'électricité vont devoir se doter d'une infrastructure appropriée : installations industrielles (fabrication), cadre juridique et réglementaire, cadre de sûreté et de sécurité, ressources humaines et financières.

La mise en place d'une infrastructure nucléaire oblige à se poser trois questions. Quelle taille et quel type d'infrastructure choisir ? Combien de temps faut-il pour l'acquérir ? Un pays doit-il la concevoir seul, en importer des éléments ou en partager des éléments avec d'autres pays ?

Chaque pays, bien entendu, prendra ses décisions. L'AIEA est disposée, au besoin, à accorder une assistance dans ce domaine.

### Perception du public

Je voudrais, enfin, évoquer un aspect qui sera important pour l'avenir du nucléaire. Cet aspect est la perception du public.

La perception qu'a du risque le public influence fortement les choix énergétiques d'un pays. Comme l'aviation civile,

le génie biologique ou toute autre technique avancée, l'énergie nucléaire ne présente pas de garanties absolues de sûreté. Ce qu'il faut, c'est que les risques et avantages soient clairement compris.

Il faut, pour que le public comprenne mieux les risques et les avantages du nucléaire, que tous les membres de cette communauté – chercheurs, exploitants et organismes de réglementation – donnent des informations exactes et facilement compréhensibles. Des idées fausses, malheureusement, risquent d'influer fortement sur la perception qu'a le public du nucléaire. Il faut donc impérativement, si l'on veut que le public ait davantage confiance dans la sûreté des installations, que le milieu nucléaire soit perçu comme transparent et ouvert.

Un approvisionnement en énergie suffisant et fiable contribue directement au développement et à la sécurité nationale et internationale. Aussi y a-t-il de fortes chances que l'énergie reste, à moyen terme, au centre des préoccupations mondiales.

L'AIEA est prête à aider les pays à trouver les solutions qui conviennent le mieux à leurs besoins et à leurs priorités.

*Mohamed ElBaradei (official.mail@iaea.org) est directeur général de l'AIEA. Le présent article s'inspire de discours qu'il a prononcés en Asie en juillet 2007.*

# Retour sur la renaissance du nucléaire

Jone-Lin Wang & Christopher J. Hansen

## Vers les premières étapes peut-être décisives d'un renouveau du nucléaire aux États-Unis.

**L**es gouvernements et entreprises du monde entier ont, passant de la discussion à l'action pour relancer le nucléaire, créé les conditions d'un important développement de cette industrie dans les prochaines décennies. Ces dernières années, le prix élevé des combustibles fossiles, les questions de sécurité énergétique, les changements climatiques et l'urgence croissante de réduire les émissions de gaz à effet de serre ont tous contribué à favoriser le nucléaire par rapport aux autres solutions.

Aux États-Unis, où aucun réacteur n'a été commandé depuis 28 ans, ces tendances, auxquelles s'ajoute l'excellente performance du parc nucléaire existant et les incitations financières de la Loi sur la politique énergétique de 2005, ont déclenché une course aux nouveaux réacteurs. En Asie, où la construction de nouvelles centrales n'a jamais cessé, plusieurs pays ont récemment revu à la hausse leur objectif de capacité nucléaire. En Europe de l'Ouest, un nouveau réacteur est en construction pour la première fois depuis plus d'une décennie et un second lui fera bientôt suite.

À court terme, le manque de capacité de production de composants nucléaires et de personnel qualifié risque de freiner la croissance du nucléaire. Ce ne sont là, cependant, que des douleurs de croissance passagères que connaissent également d'autres industries et acteurs du secteur de l'énergie.

À plus long terme, il faudra se pencher sur les questions du stockage du combustible usé et du risque de prolifération, ce qui exigera des conventions internationales. Il faudra continuer de mettre au point des solutions convaincantes, faute de quoi l'appui qu'apporte le public à l'évolution actuelle risque de faiblir.

### Plans de développement

La situation politique, écologique, économique et commerciale, dans le monde, favorise un accroissement du parc actuel de réacteurs nucléaires, qui, globalement, fournit 16% de l'électricité mondiale. Actuellement, vingt pays construisent ou mettent au point de nouvelles centrales, dont plus de la moitié seront mises en chantier dans les vingt prochaines années et dans cinq pays : Chine, Inde, Japon, Corée du Sud et États-Unis.

Aux États-Unis, plusieurs dizaines de réacteurs sont à l'étude tandis qu'au niveau international, les constructeurs et prestataires de services forment de nouvelles alliances. L'augmentation du prix de l'uranium, enfin, a conduit à ouvrir de nouvelles mines.

Certaines étapes critiques de cette nouvelle activité, cependant, vont montrer dans quelle mesure on peut parler de renaissance du nucléaire. Ces étapes seront les suivantes :

- ❖ Fin 2007–2008 : Présentation des demandes de permis de construction et d'exploitation ;
- ❖ 2007–2008 : Commande des pièces à long délai de fabrication (grandes pièces de forge) ;
- ❖ Vers 2010 : Approbation des permis, décisions finales, préparation des sites, commande des principaux composants ;
- ❖ Après 2010 : Coulage des premiers bétons.

### Le facteur coût

Par rapport au coût de l'électricité produite par les turbines à gaz à cycle combiné et les centrales à charbon, celui de l'électricité produite par les centrales nucléaires varie grandement dans le monde. L'électricité produite au charbon est généralement plus économique dans des régions telles que le nord de la Chine, le Midwest des États-Unis et l'Australie, où le charbon est abondant et où les émissions de carbone ne sont pas pénalisées. Dans des régions distantes des combustibles fossiles telles que le Japon, la Chine côtière et la France, le coût élevé du transport de ces combustibles rend le nucléaire attrayant.

L'augmentation récente, dans le monde, du prix des combustibles fossiles, associée à la faiblesse des taux d'intérêt et d'inflation et à l'importance croissante que revêtent les émissions de carbone comme coût direct de production, a amélioré l'économie relative du nucléaire.

Dans les prochaines années, plusieurs facteurs vont déterminer la position concurrentielle du nucléaire par rapport à celle d'autres sources d'énergie :

- ❖ Les coûts d'investissement ont une incidence importante, car ils représentent, pour le nucléaire, deux tiers à trois quarts du coût de l'électricité produite par kilowattheure ;
- ❖ En raison du montant élevé de leurs coûts d'investissement et fixes, il est plus important pour les centrales nucléaires que pour les autres types de centrale d'avoir un taux de charge élevé (90% pour le parc le mieux géré) ;
- ❖ Le coût du capital pénalise davantage le nucléaire que les autres sources d'énergie. Des fonds publics ou des garanties de prêt réduiront de 10 à 15% le coût unitaire de l'électricité produite ;
- ❖ La taxation des émissions de carbone favorise le nucléaire. Une taxe de 10 dollars par tonne de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) accroît le coût de l'électricité produite au charbon et au gaz d'un montant équivalent à 7 à 15% de celui du nucléaire ;
- ❖ L'accès sûr à des combustibles fossiles peu onéreux réduit l'avantage du nucléaire.

En Amérique du Nord, on ne connaît pas précisément le coût de l'électricité que produiront les nouvelles centrales, car on n'a aucune expérience récente de la construction de centrales, des nouvelles procédures d'autorisation et de l'exploitation des nouveaux modèles. Si l'on parvient à construire les nouvelles centrales à un coût de 2 200 à 2 550 dollars par kilowatt, le nucléaire sera compétitif par rapport au gaz naturel à un prix de ce dernier au moins égal à 6 dollars par million de BTU. Pour être compétitif avec le charbon super-critique, il faudra soit que le nucléaire se situe à l'extrémité basse de la fourchette de coût d'investissement, soit ajouter un modeste coût de CO<sub>2</sub>.

## Les ultimes facteurs d'influence

Les débats qui ont lieu en Amérique du Nord, en Europe et en Asie reflètent la prise de conscience du fait que le nucléaire produit de l'énergie sans émettre de carbone et est une source fiable d'approvisionnement qui s'ajoute aux autres solutions. Avec le passage à l'action des gouvernements et des entreprises, il se pourrait bien que la «renaissance», dont on parle tant, du nucléaire soit en train de devenir une réalité.

Cette renaissance, cependant, n'est aucunement jouée d'avance. Plusieurs facteurs, dans les années à venir, vont avoir une influence déterminante. Ces facteurs sont les suivants :

- ❖ Les politiques de lutte contre les changements climatiques favorisent le nucléaire – à long terme, il sera très difficile de réduire les émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, qui croissent rapidement, sans développer le nucléaire ;
- ❖ Pour se développer, le nucléaire a besoin d'une politique publique favorable : pour réussir, des projets à forte intensité de capital tels ceux mis en œuvre dans le secteur nucléaire ont besoin d'un climat d'investissement stable et prévisible, ce qui

exige des procédures efficaces et stables d'autorisation et une structure prévisible des marchés de l'énergie ;

- ❖ Pour optimiser les centrales existantes, on renouvellera et prorogera les autorisations : aux États-Unis, la durée de vie de 48 réacteurs a été prolongée de 20 ans, ce qui sera aussi, vraisemblablement, le cas des 56 autres ainsi que de nombreux réacteurs européens ;
- ❖ Le coût des centrales nucléaires sera plus élevé pour les premières unités parce que de nombreux modèles n'ont encore jamais été construits et parce que l'innovation et l'expérimentation requises pour réduire les coûts vont, dans un premier temps, nécessiter de l'argent et, souvent, des subventions prévues par la Loi sur la politique énergétique de 2005 ;
- ❖ Pour développer rapidement le nucléaire, il va falloir démontrer l'économie et la performance des nouveaux modèles
- ❖ Le prix élevé de l'uranium s'explique par l'étroitesse des marchés à court terme ;
- ❖ Le développement du parc nucléaire risque d'être freiné par le manque de capacité de fabrication de composants ;
- ❖ Il va falloir résoudre le problème du stockage des déchets de haute activité. Le stockage sur place est techniquement faisable dans la plupart des centrales mais il va falloir, si l'on veut gagner l'appui du public, trouver une solution pour leur évacuation définitive ;
- ❖ Il va falloir, à mesure que le nucléaire progresse dans les pays en développement, lever les inquiétudes que suscitent les liens qui pourraient se créer entre le développement du nucléaire et la prolifération des matières nucléaires. Faute de résoudre ce dilemme, on risque de freiner les applications pacifiques de l'énergie nucléaire alors qu'il n'existe, pour produire de l'électricité sans émettre de carbone, que peu de solutions efficaces. L'action géopolitique menée actuellement pour contenir les armements nucléaires et la menace que font peser des acteurs non-étatiques en possession de matières nucléaires qui ne seraient pas sensibles à la dissuasion souligne toute l'importance de cette question ;
- ❖ Un grave accident nucléaire ou acte de terrorisme nucléaire – peu probables, mais lourds de conséquences – qui surviendrait dans le monde freinerait la construction de nouvelles centrales.

---

*Jone-Lin Wang est administrateur principal et Christopher J. Hansen administrateur adjoint de Cambridge Energy Research Associates (CERA), institut basé à Cambridge (Massachusetts, États-Unis).*

*Le présent article résume les conclusions du rapport CERA 2007, intitulé « Is the Nuclear Renaissance Real? »  
Site web : [www.cera.com](http://www.cera.com).*

# Jamais assez sûr

*L'Américain Richard Meserve, l'un des principaux spécialistes mondiaux de la sûreté nucléaire, dresse un bilan ... et parle d'améliorations. Il s'entretient ici avec Giovanni Verlini, directeur de la rédaction du Bulletin.*



*C'est un fait : les incidents nucléaires comportent souvent un élément humain, qu'il s'agisse d'une erreur, du non-respect d'une procédure ou d'une maintenance défectueuse. Cela inquiète les gens. Pourtant, si l'on regarde les données objectives recueillies dans le monde, on voit qu'en moyenne, la sûreté s'est améliorée.*

*—Richard Meserve*

**Q: En tant que chef d'un organisme de sûreté nucléaire qui conseille le directeur général de l'AIEA, la communauté nucléaire et le public, qu'est-ce qui vous préoccupe à l'heure où l'on croit constater une "renaissance" du nucléaire ?**

**RM:** Nous constatons actuellement, dans le monde, un énorme regain d'intérêt pour le nucléaire. Je pense que cela tient au fait que le bilan de sûreté des centrales est globalement satisfaisant, même s'il subsiste quelques ombres. Le plus important, pour moi, c'est de ne pas relâcher l'attention. Même des exploitants de centrales modernes qui pensent que tout va bien peuvent se retrouver en difficulté. Ce qu'il faut, c'est rester vigilants et s'améliorer constamment. Le deuxième point, c'est le problème que posent les réacteurs vieillissants. Nombre d'entre eux, en effet, fonctionnent depuis des décennies et tout semble indiquer qu'ils vont fonctionner encore quelque temps.

Il se pourrait, cependant, que ce choix pose des problèmes de maintenance et de sûreté. Le troisième point, c'est le problème que posent les nouveaux arrivants. Plusieurs pays, en effet, qui ne possèdent pas de centrales nucléaires, parlent de s'en doter. Il faut que chacun veille à ce qu'ils comprennent les responsabilités que crée le nucléaire et puissent les assumer.

**Q: Quelle est la probabilité que ces ambitions se réalisent ?**

**RM:** Certains des pays qui parlent actuellement de se doter d'une capacité nucléaire ne le feront peut-être pas. S'il le font, cependant, il faut qu'ils comprennent ce qu'ils doivent faire pour assurer la sûreté. Les normes de sûreté



de l'AIEA sont une référence très importante. Elles sont indispensables aux nouveaux arrivants en ceci qu'elles leur procurent un ensemble de règles et de connaissances dont ils ne disposeraient pas autrement. À l'avenir, elles vont devenir plus indispensables encore lorsque vont être mis en service des réacteurs avancés.

### **Q : Les effets de Tchernobyl font encore débat et les incidents survenus ailleurs – Japon, Allemagne, Suède, États-Unis – font les gros titres des journaux et inquiètent le public. Ces inquiétudes sont-elles justifiées, selon vous ?**

**RM :** C'est un fait: les incidents nucléaires comportent souvent un élément humain, qu'il s'agisse d'une erreur, du non-respect d'une procédure ou d'une maintenance défectueuse. Cela inquiète les gens. Pourtant, si l'on regarde les données objectives recueillies dans le monde, on voit qu'en moyenne, la sûreté s'est améliorée. Les exploitants s'améliorent, tirent des enseignements de leur expérience et apprennent les uns des autres. Cela ne veut pas dire, pour autant, qu'on puisse relâcher l'attention. Cette vigilance est essentielle, tout comme le fait d'être direct avec les gens. Si un problème survient, il faut relater les faits honnêtement. Les gens sont capables de faire la part des choses.

### **Q : On entend souvent parler de « culture de sûreté ». De quoi s'agit-il ?**

**RM :** Il s'agit, fondamentalement, d'une prise de conscience, à tous les niveaux, du fait que la technologie nucléaire crée des responsabilités particulières et que la meilleure façon de les assumer, c'est de faire en sorte que chacun comprenne l'importance de la sûreté et les moyens de l'assurer. Il faut, en particulier, que les employés comprennent que lorsqu'ils voient un problème, il faut qu'ils le traitent. Si leur supérieur immédiat ne les écoute pas, il faut qu'ils remontent plus haut pour faire en sorte que le problème trouve une solution. La hiérarchie, enfin, doit récompenser ces personnes.

### **Q : Vous présidiez la Commission de la réglementation nucléaire (NRC) des États-Unis lors des attentats du 11 septembre. En quoi cet événement a-t-il influencé l'opinion que vous avez de la sûreté et de la sécurité nucléaires aux États-Unis et dans d'autres pays ?**

**RM :** Avant le 11 septembre, la NRC menait, pour que les centrales soient suffisamment protégées, un programme assez agressif. Comme nous le savons tous, cependant, le 11 septembre a changé le monde. À la NRC, j'ai supervisé

une réévaluation intégrale de la sûreté et de la sécurité des installations. Depuis, les mesures ont été grandement renforcées, aux États-Unis et ailleurs. Nous avons appris – et il faut bien le comprendre – que sûreté et sécurité sont intimement liées. Ce qu'il faut, c'est accroître cette prise de conscience et l'encourager dans la communauté nucléaire afin d'instaurer et de maintenir un bon équilibre.

### **Q : Vu les conséquences transfrontières qu'aurait un nouvel accident grave, pensez-vous que le nucléaire puisse être, un jour, réglementé au niveau mondial ?**

**RM :** Il me semble très peu probable qu'une telle réglementation voie le jour, du moins à court terme. L'énergie et la santé publique sont tellement au cœur de la vie politique des pays qu'aucun gouvernement n'acceptera d'en perdre le contrôle.

Cela dit, je pense qu'un réseau international appuyé par des organisations telles que l'AIEA peut aider les pays à faire en sorte que les effets transfrontières soient traités rapidement et efficacement. Il existe, aujourd'hui, un bon fondement sur lequel s'appuyer: un cadre mondial de normes de sûreté et de conventions auquel s'ajoutent les systèmes internationaux de notification et d'intervention d'urgence. Ces systèmes aident les pays à partager des données d'expérience et à en tirer des enseignements, et permettent de tenir le public informé.

### **Q : Pour conclure, quel est, selon vous, le message essentiel ? Les centrales nucléaires, dans le monde, sont-elles assez sûres ?**

**RM :** À en juger par leur bilan, je crois qu'elles le sont. Il reste, cependant, beaucoup à faire, surtout avec l'arrivée de nouveaux acteurs et avec le vieillissement des centrales dont on prolonge la durée de vie. Comme le soulignent les avis que nous envoyons au directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, il ne faut surtout pas relâcher l'attention. Il faut partir du principe que les centrales ne « sont jamais assez sûres ».

---

*Richard Meserve (rmeserve@ciw.edu), Président de la Carnegie Institution à Washington et ancien Président de la Commission de la réglementation nucléaire (NRC) des États-Unis, préside le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG), organe qui conseille le directeur général de l'AIEA, la communauté nucléaire et le public.*

# 2017 ?

## LE NUCLÉAIRE EN

R. Facer

***Il faut au moins dix ans pour mener à bien un projet d'énergie nucléaire. En chemin, il y a beaucoup de choses à prendre en compte ... et à faire.***

Comme l'a dit le directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei : « Il faut prendre en compte le déséquilibre qui caractérise la planète sur le plan énergétique. Les pays développés consomment 17 fois plus d'électricité que la moyenne des pays d'Afrique et jusqu'à 170 fois plus que certains d'entre eux. »

Le niveau de vie d'un pays, c'est bien connu, est étroitement lié à son accès à l'énergie. Les pays au niveau de vie le plus faible sont ceux qui ont la plus faible consommation d'énergie. C'est l'une des raisons pour lesquelles les pays cherchent à développer leur accès à de nouvelles sources d'énergie.

On peut développer cet accès en important des combustibles fossiles, en particulier du pétrole, du charbon et du gaz. De nombreux pays vont devoir, à court terme, adopter cette solution malgré le risque qu'elle présente à long terme pour leur économie. Les experts, cependant, commencent à comprendre qu'il est peu probable que le prix des combustibles fossiles diminue et que la dépendance vis-à-vis des importations risque de compromettre la sécurité énergétique des pays. C'est l'une des raisons qui poussent à envisager l'énergie nucléaire. Une autre est l'effet que produit sur l'environnement la consommation croissante de combustibles fossiles.

Si les raisons sont faciles à identifier, il n'est pas si simple de définir ce qu'il faut pour mettre en œuvre l'option nucléaire. Il ne suffit pas d'annoncer son intention de lancer un programme nucléaire pour que ce programme démarre. Comme l'a dit Mohamed ElBaradei : « Technique de pointe, le nucléaire a besoin d'une infrastructure de pointe. »

Suite à ce commentaire, l'AIEA a mis au point un guide que les décideurs peuvent utiliser lorsqu'ils envisagent l'option nucléaire. Ce document a été présenté au Conseil des gouver-

neurs de l'AIEA en mars 2007, puis publié sous forme de brochure.

Cette brochure, intitulée *Considerations to Launch a Nuclear Power Programme*, a été rédigée par une équipe qui représentait l'AIEA. Cette équipe, baptisée « Groupe d'appui à l'énergie nucléaire », a mis au point le concept initial dans une brève note destinée à informer les ministres et autres délégations de haut niveau qui visitent l'Agence. Cette note s'est transformée en un concept officiel qui forme la base de l'appui accordé à tout pays qui envisage de lancer un projet ou programme nucléaire.

La période qui s'écoule entre l'idée initiale selon laquelle l'énergie nucléaire peut offrir une solution et la mise en service d'une centrale nucléaire peut se diviser en trois phases :

- ❶ Réflexion précédant la décision de lancer un programme d'énergie nucléaire ;
- ❷ Préparation de la construction de la centrale une fois prise la décision politique ;
- ❸ Mise en œuvre du premier programme d'énergie nucléaire.

Les activités à mener pendant chacune de ces phases sont brièvement résumées ci-après.

### Phase 1

L'une des principales activités de cette première phase consiste à reconnaître les obligations et engagements – nationaux et



Le lancement d'un programme électronucléaire peut prendre au moins dix ans. La centrale nucléaire de Tomari en construction au Japon. (Source : Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)

internationaux – qu'implique un programme nucléaire, à savoir :

- ◆ Mettre au point un cadre juridique complet couvrant, outre les aspects commerciaux de l'utilisation de matières nucléaires, tous les aspects des applications pacifiques du nucléaire, à savoir la sûreté, la sécurité, les garanties et la responsabilité ;
- ◆ Instituer et gérer un système de réglementation efficace ;
- ◆ Mettre en place les ressources humaines dont ont besoin les organismes publics et techniques chargés de superviser et de mettre en œuvre le programme ;
- ◆ Mettre en place les ressources financières nécessaires à la construction, à l'exploitation durable et sûre et au déclassement de la centrale, ainsi qu'à la gestion des déchets radioactifs ;
- ◆ Mettre au point un programme couvrant tous les aspects de l'exploitation, du déclassement et de la gestion des déchets radioactifs ;
- ◆ Gérer les matières nucléaires sur le long terme ;
- ◆ Communiquer de façon ouverte et transparente avec le public et les États voisins sur les considérations qui conduisent à opter pour le nucléaire.

## Phase 2

Après une décision politique, il faut engager un travail de fond pour faire en sorte que l'État et les entités commerciales (service public et société d'exploitation) acquièrent le niveau de compétence technique et institutionnelle nécessaire. Cette phase requiert un engagement important et constant aussi bien de l'État que des entités commerciales.

Pendant cette phase, l'État doit :

- ◆ Approuver tous les éléments du cadre juridique évoqué plus haut ;
- ◆ Faire en sorte que l'organisme de réglementation ait la compétence requise pour mettre au point un système d'autorisation et pour faire appliquer des normes de sûreté et de sécurité conformes à celles de l'AIEA ;
- ◆ Définir les modalités financières et opérationnelles (gouvernement, secteur privé et/ou participation étrangère) du programme ;
- ◆ Définir les modalités financières à long terme du déclassement et de la gestion des déchets radioactifs ainsi que les responsabilités connexes ;



- ◆ S'assurer de la participation et de l'appui de toutes les parties au programme;
- ◆ Définir le degré de participation technique et industrielle du pays à l'élaboration du futur programme;
- ◆ Déterminer les besoins de renforcement des capacités techniques du pays et élaborer une politique de participation;
- ◆ Déterminer les besoins en matière de préparation aux situations d'urgence et prendre des mesures de sécurité et de protection de l'environnement.

En outre, l'État ou le propriétaire/exploitant doit :

- ◆ Réaliser une étude de faisabilité pour confirmer la viabilité du programme;
- ◆ Trouver un site de construction et justifier ce choix;
- ◆ Élaborer, sur le long terme, une politique d'achat du combustible et de gestion des déchets nucléaires;
- ◆ Définir les modalités de perfectionnement et de formation du personnel;
- ◆ Mettre sur pied une organisation capable, comme acheteur, d'évaluer des modèles de centrale, de fixer des critères d'exploitation, d'établir des appels d'offres et d'évaluer des soumissions.

## Phase 3

Pour achever la préparation d'un programme nucléaire, il faut veiller à ce que sa mise en œuvre par le propriétaire/exploitant s'effectue conformément aux prescriptions techniques et aux normes de qualité, de sûreté et de sécurité convenues. Le propriétaire/exploitant doit acquérir les compétences requises pour exploiter et gérer la centrale et en assumer la pleine responsabilité. C'est pendant cette phase que l'investissement financier et humain requis est le plus important et que le propriétaire/exploitant doit démontrer qu'il accepte d'assumer la gestion à long terme de tous les aspects du programme.

## D'une génération à l'autre

Un pays qui décide d'opter pour le nucléaire doit prendre en compte plusieurs facteurs.

L'un des principaux est le temps requis pour mettre en place une infrastructure efficace. Pour un pays qui commence de presque rien, il pourra difficilement être inférieur à dix ans. Il faut également comprendre qu'une décision d'opter pour le nucléaire obligera à assurer la sûreté et la sécurité des installations pendant plusieurs décennies.

Il est probable, en effet, que ce seront les petits-enfants des personnes qui exploitent une centrale nucléaire à ses débuts qui seront d'âge à l'exploiter à sa fermeture. C'est, en outre, aux petits-enfants de ces petits-enfants qu'il reviendra de gérer les déchets d'exploitation de la centrale.

**Le nucléaire peut présenter d'importants avantages à long terme pour ce qui est de développer l'accès à l'énergie et d'améliorer la sécurité énergétique. Ces avantages, cependant, ne pourront s'obtenir qu'en mettant en place une infrastructure durable.**

Une autre question est l'offre de techniques appropriées à tous les pays. Pour nombre de petits pays ou pays isolés, en effet, les grandes centrales actuelles (appropriées à l'Amérique du Nord, à l'Europe et à la Chine) risquent de ne pas convenir. La mise au point de modèles de moindre puissance faciles à construire, à enregistrer et à exploiter aiderait plusieurs pays intéressés. Il faudrait également étudier, pour élargir l'accès à la technologie nucléaire, la possibilité de mettre au point des mécanismes institutionnels innovants qui simplifieraient l'approvisionnement en combustible et la gestion des déchets.

Le nucléaire, c'est une évidence, peut présenter d'importants avantages à long terme pour ce qui est de développer l'accès à l'énergie et d'améliorer la sécurité énergétique. Ces avantages, cependant, ne pourront s'obtenir qu'en mettant en place une infrastructure durable. Tout pays qui envisagera d'opter pour le nucléaire devra comprendre qu'il faut, pour mettre en place une industrie efficace et bénéfique, prévoir suffisamment de temps.

*R. Ian Facer (R.I.Facer@iaea.org) est administrateur au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA.*



# Laisser le marché décider

Hans-Holger Rogner

*Ce sont les marchés qui devraient décider si le nucléaire est aussi économique qu'il est vert.*

L'objectif ultime de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui préviendrait toute interférence humaine dangereuse avec le système climatique. Ce niveau, il faudrait l'atteindre dans un délai qui permette aux écosystèmes de s'adapter naturellement aux changements climatiques. Ainsi, la production alimentaire ne serait pas menacée et le développement économique pourrait se poursuivre de façon viable.

Les conclusions scientifiques du quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié en 2007, peuvent se résumer comme suit :

◆ Dans le monde, les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre ont fortement augmenté du fait de l'activité humaine depuis 1750 et dépassent aujourd'hui nettement les valeurs pré-industrielles. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), qui résulte de la production et de la consommation de combustibles fossiles (charbon, gaz et pétrole) et de la modification de l'emploi des sols, est le principal gaz à effet de serre d'origine humaine. Sa concentration atmosphérique est passée d'un niveau pré-industriel d'environ 280 parties par million (ppm) à 381 ppm aujourd'hui ;

◆ Les températures mondiales augmentent – de 0,56°C à 0,92°C depuis 1905. Cette élévation globale compromet les éco-

systemes, la santé humaine, la sécurité alimentaire et l'accès à l'eau douce ;

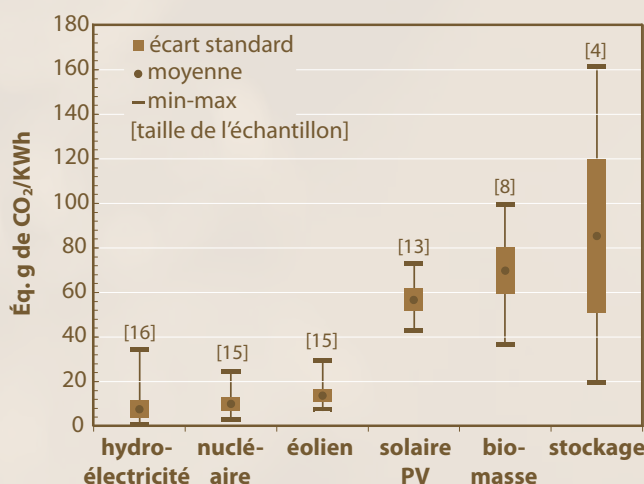
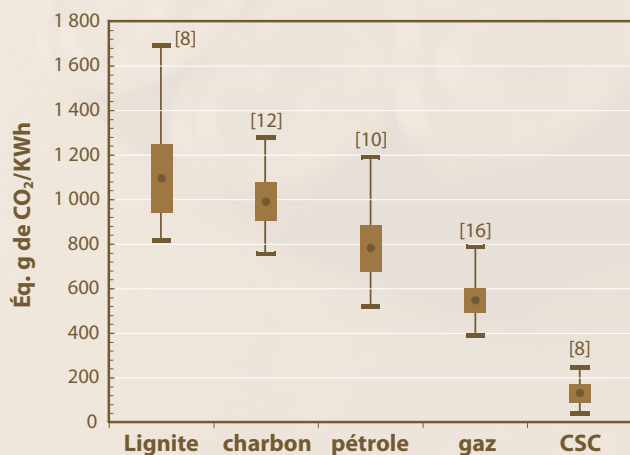
◆ Avec les politiques d'atténuation et de développement durable actuelles, les émissions de gaz à effet de serre vont continuer de croître pendant les prochaines décennies (de 25 à 90% entre 2000 et 2030) ;

◆ Il existe déjà des mesures et des techniques efficaces d'atténuation des changements climatiques et le potentiel économique d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre est suffisamment important pour contrebalancer la croissance prévue de ces émissions, voire pour les ramener en dessous des niveaux actuels sans compromettre indûment les perspectives de développement économique.

La décision prise par l'Union européenne, le Canada et le Japon de définir l'« interférence humaine dangereuse avec le système climatique » comme une augmentation moyenne de la température mondiale de 2°C depuis l'époque pré-industrielle oblige à plafonner les concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> à environ 450 ppm. Il va donc falloir inverser radicalement l'évolution actuelle des émissions, c'est-à-dire réduire les rejets annuels de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de 45 à 50% d'ici à la moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.

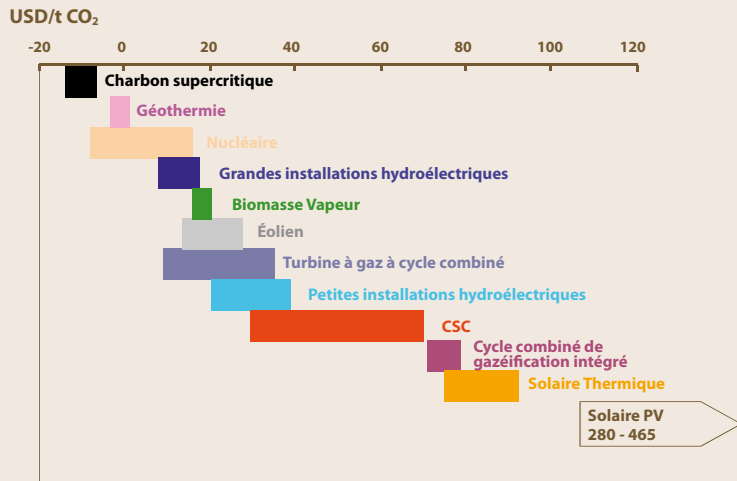
L'accord sur les changements climatiques conclu au Sommet du G8 à Heiligendam reprend le critère des 2°C et fixe pour

## Gaz à effet de serre émis (cycle de vie) par différents modes de production d'électricité



Source : Weisser, 2007

## Coûts de la réduction des émissions par mode de production d'électricité



La figure indique le coût de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour les installations raccordées au réseau. Elle n'a qu'une vocation d'illustration, les coûts réels dépendant de chaque site.

Source : Banque mondiale 2006

objectif d'au moins réduire de moitié les émissions mondiales d'ici à 2050.

Les changements climatiques étant un problème mondial, il faut impérativement les traiter dans le cadre d'une politique internationale intégrée, surtout pour ce qui est des réductions à entreprendre après 2012. Ce cadre doit englober non seulement les changements climatiques, mais aussi la sécurité énergétique, la croissance économique et le développement durable, et respecter le principe de «responsabilités communes mais différenciées et de capacités respectives» énoncé dans la Convention-cadre. Ce principe accorde aux pays développés un rôle directeur dans l'action qui sera menée pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. À elle seule, cependant, cette action ne suffira pas à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre. Au final, il faudra que tous les pays prennent des mesures adaptées à leur situation, essentiellement en contrôlant l'intensité de carbone de leur développement économique.

L'efficacité de l'atténuation des changements climatiques dans les pays en développement dépendra de la diffusion et du transfert, dans le monde, de technologies propres. L'un des moyens d'y parvenir est le Mécanisme pour un développement propre (MDP) du Protocole de Kyoto. Ce mécanisme permet aux pays qui sont tenus par le Protocole de Kyoto de réduire leurs émissions d'obtenir des crédits d'émissions nés d'investissements réalisés dans d'autres pays, par exemple des pays en développement.

### Réduire les émissions de gaz à effet de serre

Il est généralement admis que la CCNUCC est la structure appropriée pour négocier l'action qu'il faudra mener dans le monde, à savoir un accord global post-2012 (post-Kyoto) qui engloberait les principaux pays émetteurs de gaz à effet de serre.

On dispose déjà, aujourd'hui, pour réduire ces émissions, de nombreuses techniques. Elles consistent notamment à améliorer le rendement énergétique, à passer du charbon au gaz naturel et à utiliser davantage l'énergie nucléaire et les sources d'énergie renouvelables. Dans un proche avenir, également, on disposera d'autres solutions commerciales telles que la capture et le stockage du carbone (CSC) – méthode de combustion du charbon dans laquelle le CO<sub>2</sub> est extrait des effluents gazeux et stocké dans des dépôts géologiques appropriés.

Chacune de ces solutions comporte des coûts et des avantages différents en fonction de son efficacité climatique (émissions par unité d'énergie) et de son coût d'investissement et d'exploitation (voir la figure, qui indique, pour chaque mode de production, les quantités de gaz à effet de serre émises au cours du cycle de vie par kilowattheure (kWh) d'électricité produite). La chaîne complète de production de l'énergie nucléaire – extraction de l'uranium, fabrication du combustible, construction et exploitation du réacteur et évacuation des déchets – n'émet que 4 à 22 grammes d'équivalent CO<sub>2</sub> par kWh. Ce taux d'émission, négligeable, est à peu près le même que celui de l'énergie éolienne et de l'hydroélectricité, inférieur à celui du solaire photovoltaïque et des bioénergies, et nettement inférieur à celui du charbon, du pétrole et du gaz naturel.

Émettre peu est nécessaire, mais cela ne suffit pas pour atténuer les changements climatiques : il faut aussi respecter des critères de coût et de performance. Ce sont le coût, la performance et l'efficacité climatique qui déterminent le véritable potentiel d'atténuation d'une technologie donnée.

En 2004, la production de 17 400 TWh d'électricité a contribué à hauteur de 11 Gt de CO<sub>2</sub> aux gaz à effet de serre émis dans le monde (voir figure). Les 16% d'électricité produits par le nucléaire ont évité d'émettre 2 à 2,2 Gt d'équivalent CO<sub>2</sub>, selon ce qui l'aurait remplacé dans les modes de production actuels. Quoi qu'il en soit, aujourd'hui, l'énergie nucléaire évite davantage d'émissions de gaz à effet de serre que n'en prévoit le Protocole de Kyoto. Dans le contexte des changements climatiques et de la CCNUCC, elle est exclusivement positive. Elle n'a aucun effet négatif sur le climat et plus on l'utilise, moins on émet de gaz à effet de serre.

### Un jeu plus égal

Qu'en est-il, cependant, de l'économie du nucléaire ? Certains sceptiques disent que s'il émet peu de gaz à effet de serre, son coût d'investissement élevé le discrédite comme solution d'atténuation. On ne peut répondre à cette affirmation qu'en comparant l'efficacité climatique et le coût des différentes solutions au moyen du coût par tonne d'émissions de CO<sub>2</sub> évitée sur la durée du cycle de vie. Il est possible d'illustrer ces coûts pour différents modes de production d'électricité (voir figure).

Le coût du nucléaire, pour ce qui est d'atténuer les changements climatiques, est parmi les plus faibles. À l'extrémité basse, il est même négatif, ce qui montre qu'il existe un potentiel commercial même hors influence bénéfique sur le climat. La volatilité récente du prix des combustibles fossiles face à la

demande croissante, les craintes pour la sécurité énergétique et la reconnaissance du fait que les sources d'énergie renouvelables ne peuvent produire une électricité rentable et fiable ont relancé l'intérêt de nombreux pays pour le nucléaire. L'amélioration du climat est considérée comme un « plus » gratuit. À l'extrémité haute, enfin, le coût du nucléaire rivalise avec le coût inférieur de la plupart des autres solutions.

Actuellement, pourtant, le nucléaire est exclu des projets mis en œuvre dans le cadre du Protocole de Kyoto et du MDP. D'aucuns proposent encore de continuer d'exclure le nucléaire des solutions d'atténuation des changements climatiques. Ce n'est pas parce que le nucléaire est mauvais pour le climat – il est indéniablement neutre. En effet, les pays qui utilisent beaucoup le nucléaire pour produire de l'électricité ont les taux les plus faibles d'émissions de gaz à effet de serre par habitant. En réalité, ceux qui s'opposent au nucléaire le font pour d'autres raisons. C'est leur droit, bien entendu, mais il faut examiner de près et de façon indépendante leurs arguments et répondre objectivement à la question de savoir s'il faut ou non exclure le nucléaire ou toute autre technologie des accords internationaux relatifs aux changements climatiques.

Les arguments non climatiques avancés contre le nucléaire sont qu'il est trop onéreux, trop dangereux ou trop propice à la production d'armes et aux attentats terroristes. En outre, on avance souvent qu'il n'existe pas encore de solution à l'accumulation des déchets de haute activité. Ces questions, cependant, n'ont pas leur place dans la négociation d'accords internationaux relatifs aux changements climatiques.

Si le problème est la sûreté des réacteurs, c'est sur les modèles anciens qui ne répondent pas aux normes qu'il faut se pencher, plutôt que d'exclure les nouveaux modèles ultramodernes des marchés du carbone.

Si le problème est la prolifération, il faut que les législateurs tiennent compte du fait que la quasi-totalité des pays ont adhéré au Traité sur la non-prolifération (TNP) et œuvrent à promouvoir le protocole additionnel, qui vise à renforcer les accords de garanties conclus en application de ce Traité. Pour mieux répondre aux inquiétudes liées à la prolifération et à la gestion des déchets, on pourrait restreindre l'utilisation de matières de qualité militaire dans les programmes nucléaires civils, limiter le traitement du combustible à des centres internationaux régis par des règles appropriées de transparence, de contrôle et d'assurance d'approvisionnement. Une telle approche contribuerait grandement à renforcer le régime de non-prolifération.

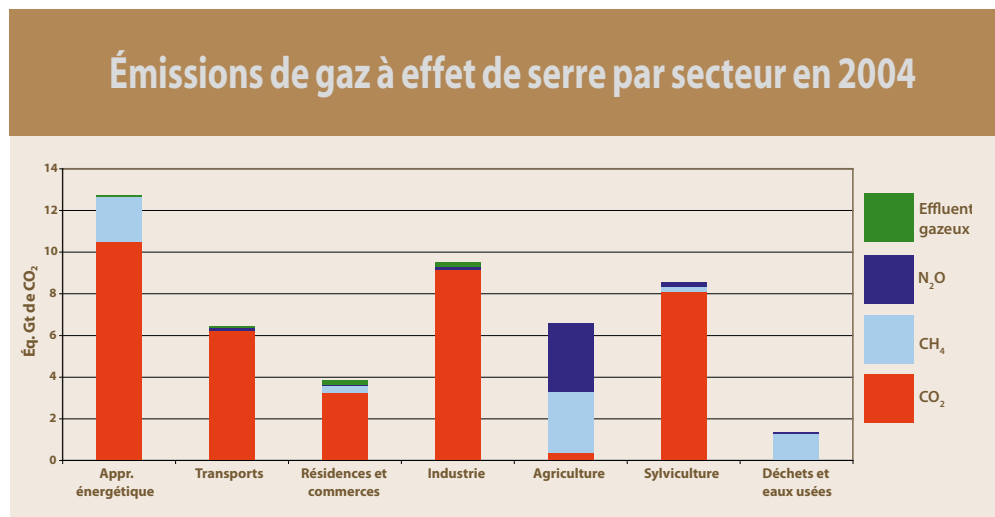
En outre, alors que les stratégies nationales de gestion des déchets continuent d'évoluer, il pourrait être utile d'envisager, pour ce qui est de la gestion et de l'évacuation du combustible usé et d'autres déchets radioactifs, des approches multinationales. Les pays ne réunissent pas tous les conditions géologiques requises et nombre de ceux qui possèdent de petits programmes nucléaires n'ont pas les ressources financières et

humaines nécessaires à l'étude, à la construction et à l'exploitation de dépôts géologiques.

La création de dépôts internationaux pourrait présenter d'importants avantages en matière d'économie, de sûreté, de sécurité et de non-prolifération.

L'action menée pour renforcer les garanties de non-prolifération et progresser dans le domaine de l'évacuation des déchets est utile et importante, quelle que soit la politique adoptée face aux changements climatiques. Or, cette action est freinée par ceux qui visent à interdire au nucléaire d'accroître sa contribution à l'atténuation desdits changements.

L'argument selon lequel les accords relatifs aux changements climatiques devraient exclure le nucléaire parce qu'il est trop onéreux ne tient pas. Une approche plus logique de la question du coût d'investissement élevé du nucléaire serait de libéraliser les marchés de l'énergie et de laisser les acteurs économiques décider. Si, dans un marché concurrentiel, le nucléaire est plus onéreux que d'autres sources, il ne réussira tout simplement pas. Pour améliorer la rentabilité, il vaudrait



Source : d'après Olivier et al., 2005, 2006.

mieux permettre aux marchés d'opérer librement que de planifier leur développement sur 100 ans.

En excluant des accords relatifs aux changements climatiques une technologie qui présente des avantages évidents, on ne peut que limiter le choix de solutions, la souplesse et la rentabilité. La meilleure façon de favoriser le développement durable, c'est-à-dire de satisfaire les besoins actuels sans compromettre l'aptitude des générations futures à satisfaire les leurs, c'est de permettre à ces générations de prendre leurs propres décisions en matière d'énergie et de permettre à toutes les solutions de rivaliser à jeu égal sur la base de leur rentabilité, de leur capacité de réduction des gaz à effet de serre, de leur action sur l'environnement, de leur sécurité et de leur sûreté.

*Hans-Holger Rogner (H.H.Rogner@iaea.org) dirige la Section de la planification et des études économiques au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA.*



# Une Floride nucléaire

• Lothar Wedekind



***Les États-Unis possèdent plus de centrales nucléaires qu'aucun autre pays, mais c'est la prochaine qui va compter...***



**Miami (Florida)** — Au pays du soleil, les climatiseurs tournent sans discontinuer alors que le prix du pétrole et du gaz flambe. Dans les journaux locaux, il n'est question que de réchauffement planétaire.

L'énergie est au cœur de tous les débats, y compris ceux de l'élection présidentielle de 2008. Les gens s'intéressent de plus près à ce qui les attend. Ce qui les attend, en particulier, c'est le nucléaire.

La Floride est l'un de 15 États des États-Unis où de nouvelles centrales nucléaires pourraient voir le jour. Le pays possède 104 réacteurs en activité, soit plus qu'aucun autre au monde, et prévoit de construire 30 nouvelles centrales.

Celle qui va compter, c'est la prochaine, destinée à écrire l'histoire du XXI<sup>e</sup> siècle en tant que premier signe tangible d'une renaissance américaine sur la scène nucléaire mondiale. Des compagnies américaines et des groupes multinationaux prévoient de commencer à demander des autorisations en 2008.

Les Américains n'ont pas vu une commande de centrale nucléaire survivre depuis la présidence de Richard Nixon. Toutes les centrales commandées avant 1973 – année au cours de laquelle les compagnies américaines ont commandé un nombre record de 41 réacteurs – ont été annulées.

On peut enfin être, aujourd'hui, prudemment optimiste quant aux perspectives d'une nouvelle avancée.

«Oui, le nucléaire bénéficie d'un appui croissant», dit Skip Bowman, amiral en retraite de la flotte nucléaire américaine qui dirige maintenant le Nuclear Energy Institute (NEI), organisation de promotion du nucléaire. «Ce soutien, cependant, n'est pas sans réserves ni ambiguïtés... Pour le conserver, il nous faut agir».

Ainsi parlait M. Bowman aux dirigeants du secteur réunis à Miami, au printemps 2007, pour l'assemblée annuelle du NEI. De tous les défis qu'il a exposés cette semaine-là, le principal promet d'être financier – une nouvelle centrale pourrait coûter de 3 à 5 milliards de dollars et il pourrait s'écouler 10 ans, sinon plus, avant qu'elle produise de l'électricité.

Le risque financier est-il trop grand ? Le temps le dira, mais actuellement, les incertitudes du marché et le coût du capital sont des obstacles insurmontables pour toute compagnie. Certains voient la renaissance nucléaire américaine s'épanouir dans près d'un quart de siècle, vers 2030 et au-delà.

«Pour aller là où nous voulons, nous devons franchir d'importants obstacles réglementaires, financiers et structurels», avertit John Rowe, président d'Exelon (premier exploitant nucléaire du pays) et président du conseil d'administration

du NEI. Ces problèmes, qu'il juge solubles dans les décennies à venir, «n'en montrent pas moins que la renaissance américaine n'en est qu'à ses débuts».

M. Rowe et d'autres dirigeants se souviennent de signes passés d'un renouveau du nucléaire qui avaient alimenté les espoirs avant de s'estomper sous la pression de marchés de l'électricité plus compétitifs.

Les États-Unis comptaient plus de réacteurs opérationnels en 1990 (112) qu'aujourd'hui (104). Dans la production croissante d'électricité américaine, pourtant, la part du nucléaire demeure constante (20%) grâce, principalement, aux organes de réglementation, qui ont approuvé la prolongation de la durée de vie ou l'accroissement de la production de centrales déjà en service. Leur performance et leur rentabilité sont excellentes.

Dans le pays, quelques réacteurs ont été mis en service après avoir été rénovés ou achevés. Pour l'un des derniers en date, cela a pris 22 ans et coûté quelque 7 milliards de dollars.

En Floride, les licences des cinq centrales nucléaires ont été prorogées pour leur permettre de fonctionner jusqu'à 40 ans. Elles fonctionnent depuis le début des années 1970 et 1980 et produisent, aujourd'hui, environ 13% de l'électricité de l'État. On prépare actuellement la construction de deux nouveaux réacteurs, dont l'un près de Miami, où fonctionnent déjà deux unités.

«Notre État compte 1000 habitants de plus chaque jour», dit Jeffrey Lyash, qui dirige Progress Energy Florida, compagnie qui dessert 1,6 million de foyers et d'entreprises. «Pour tenir le rythme, notre réseau doit croître.»

L'une des principales inquiétudes que suscite le retour du nucléaire aux États-Unis tient au personnel. Le secteur prévoit de perdre plus de 20 000 employés dans les cinq prochaines années. Pendant cette période, juste pour assurer les activités en cours, il faudra recruter près de 100 000 employés de base.

«Le secteur nucléaire américain doit recréer une capacité d'étude et de construction de centrales nucléaires en sommeil depuis 20 ans», dit Dale Klein, président de la Commission de la réglementation nucléaire (NRC). Il faut reconstituer les réseaux d'approvisionnement, recruter et former

---

**Photos: La centrale nucléaire de St. Lucie, en Floride, est l'une de cinq centrales qui produisent de l'électricité dans cet État. D'autres sont prévues.**

Photos: L. Wedekind/AIEA

des ouvriers et soudeurs qualifiés, rétablir la fabrication de composants et renforcer l'infrastructure industrielle.

On pourrait lier cette dynamique de changement au réchauffement planétaire et au sentiment d'urgence qui refait surface à propos de la sécurité énergétique.

La nouvelle législation relative à l'énergie adoptée par les États-Unis en 2005 accorde au développement du nucléaire et d'autres combustibles non fossiles le soutien financier du gouvernement. Les sondages d'opinion révèlent constamment que les gens, dont de plus en plus d'écologistes, perçoivent la nécessité de développer le nucléaire. Ces sondages montrent que les gens associent de plus en plus la lutte contre le réchauffement planétaire à des combustibles non fossiles qui ne produisent pas de gaz à effet de serre, comme le nucléaire. À cet égard, la plupart des candidats à la succession de George Bush proposent d'inclure l'option nucléaire dans la panoplie énergétique.

Les questions traditionnelles de sûreté et d'évacuation des déchets suscitent des réactions diverses. Pour nombre de gens, l'accident nucléaire survenu à Three Mile Island (Pennsylvanie) en 1979 fait désormais partie de l'histoire et ne suscite plus d'émotions particulières. La construction d'un dépôt de combustible usé et de déchets radioactifs de haute activité dans le mont Yucca, au Nevada, progresse bien et devrait ouvrir, dans le meilleur des cas, en 2017.

Dans le même temps, on prévoit de retraiter le combustible usé pour le recycler tout en réduisant les risques de prolifération. Selon les experts, cette activité ne remplacera pas Yucca, car il faudra toujours disposer d'un dépôt pour évacuer les produits dérivés.

Les défis sont formidables et l'avenir incertain. Une chose semble claire : la prochaine génération de centrales ne sera pas fabriquée aux États-Unis. La renaissance passera par des partenariats avec des entreprises françaises, allemandes et japonaises.

Sous le soleil de Floride et ailleurs, le marché nucléaire est une affaire mondiale chaudement contestée et étroitement surveillée.

---

*Lothar Wedekind (L.Wedekind@iaea.org) est rédacteur en chef du Bulletin et chef de la Section de l'information à la Division de l'information de l'AIEA.*

## La voix de Paul Newman



**Paul Newman en Butch Cassidy et Robert Redford en Sundance Kid dans une affiche de film des années 1970.**

Photo: Twentieth Century Fox

Paul Newman, l'un des acteurs et philanthropes les plus célèbres d'Amérique, ajoute sa voix au débat sur le nucléaire.

En mai 2007, il a apporté son soutien au nucléaire lors d'une visite de la centrale d'Indian Point, dans l'État de New York. La sûreté et la sécurité de la centrale l'ont particulièrement impressionné. « Cela a dépassé mes attentes », a-t-il déclaré.

La carrière cinématographique de M. Newman a débuté à peu près en même temps que le nucléaire civil américain, dans les années 1950. Nombre de ses films, dont *Butch Cassidy et le Kid* et *Luke la main froide*, sont devenus des succès mondiaux.

Passionné de course automobile, M. Newman dirige une écurie qui s'est jointe au Nuclear Energy Institute pour sensibiliser les étudiants au nucléaire et aux carrières scientifiques et techniques qui s'y rattachent.

Lisez ce numéro

en ligne

[www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

1957

2007

Atoms for Peace

# Nouvelles orientations

Anglais  
Arabe  
Chinois  
Espagnol  
Français  
Russe

Lisez également

les anciens numéros



6 langues

Suppléments





# Plan «A» pour **Afrique**

Ali Boussaha, Alan McDonald & Hans-Holger Rogner

## *Les pays d'Afrique renforcent leurs capacités de développement énergétique durable grâce aux réseaux et outils de l'AIEA.*

L'énergie est, dans le monde entier, l'un des principaux moteurs du développement socioéconomique. Dans les pays développés, l'accès à l'énergie est souvent considéré comme allant de soi, ce qui n'est pas toujours le cas dans le reste du monde. Dans les pays en développement, en fait, la mise en place d'un système énergétique durable et fiable demeure une tâche titanesque.

Aujourd'hui, on estime qu'un quart de la population mondiale, soit 1,6 milliard de personnes, n'a pas accès à l'électricité. Leur garantir cet accès («raccorder les gens qui ne le sont pas») : telle est l'une des tâches essentielles que s'est fixé la Commission du développement durable (CDD) pour favoriser le développement socioéconomique.

### **L'essentiel, c'est de planifier**

Développer l'accès à une énergie propre et abordable est une tâche complexe qui exige une planification soignée. Une mauvaise planification a endommagé l'environnement : déforestation locale due en partie à la consommation de bois de feu, réchauffement planétaire largement dû aux émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) provenant de la consommation d'énergie, etc.

Les pays n'ont pas tous pareillement accès aux techniques et outils de planification de l'énergie. Les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et quelques autres ont à leur disposition un grand nombre d'uni-

versitaires, de services publics, de groupes de réflexion et de sociétés de conseil pour étudier des options politiques et des stratégies de substitution. D'autres, n'ayant pas ces ressources, doivent se doter des moyens dont ils ont besoin pour étudier et planifier des systèmes énergétiques selon les mêmes normes, en utilisant des outils et un savoir-faire modernes.

Depuis plusieurs années, l'AIEA met au point, pour planifier l'énergie, un ensemble d'outils (modèles) d'analyse qu'elle procure aux États Membres qui le demandent. L'Agence joue, à cet égard, un rôle multiple : elle transfère les données les plus récentes sur les techniques, les ressources et l'économie ; elle forme des experts locaux ; et elle aide les pays à analyser leurs options et à interpréter les résultats. Le but est de renforcer les capacités, c'est-à-dire de mettre en place les compétences locales dont ont besoin les pays pour tracer leur voie vers un développement durable.

### **Des dimensions multiples**

Autrefois, la planification énergétique se limitait largement aux frontières nationales, le commerce de l'énergie avec les pays voisins étant souvent considéré comme un dernier recours. Ce faisant, cependant, on ignorait les nombreuses synergies que l'on peut mettre à profit pour planifier l'énergie au niveau régional.

De nombreux aspects du développement énergétique durable, comme la sécurité énergétique, la protection de



l'environnement et la viabilité économique, par exemple, sont plus faciles à traiter dans un contexte régional.

Une planification régionale n'interdit pas, bien entendu, une planification nationale, qui est une première étape obligée. Elle ne fait qu'en repousser les limites. Elle n'est pas une panacée, mais elle permet d'identifier des approvisionnements à faible coût qui pourraient n'être pas directement visibles dans un seul contexte national.

## Projets nationaux et régionaux

Le Programme de coopération technique de l'AIEA – actuellement dans la première année du cycle 2007-2008 – englobe dix projets nationaux et un projet régional destinés à aider les pays d'Afrique à renforcer leurs capacités et à mener des activités en coopération dans le domaine du développement énergétique durable.

### Algérie

Le projet vise à renforcer les capacités du pays dans les domaines de la planification de l'énergie et du développement des réseaux, et à appuyer l'action que mène le pays pour se doter de sa première centrale nucléaire de production d'électricité. L'AIEA aidera ses contreparties du Ministère de l'énergie et des mines à mettre au point des méthodes appropriées en utilisant ses outils pour évaluer les futurs besoins du pays en énergie et équilibrer durablement l'offre et la demande, parallèlement à l'élaboration d'un programme optimal de développement des réseaux jusqu'en 2025.

### Botswana

L'AIEA aidera le pays à élaborer un plan de développement énergétique à moyen-long terme en projetant la future demande d'énergie et d'électricité et en étudiant le dosage optimal de sources d'énergie et le développement optimal du secteur de l'électricité.

L'équipe de pays dispensera une formation assortie de missions de suivi, qui aideront à étudier le pays dans le détail.

### Burkina Faso

Dans ce pays, l'AIEA utilisera ses outils pour évaluer la future demande en énergie et étudier les solutions d'approvisionnement à adopter pour y faire face de façon durable. On étudiera en particulier des solutions propres permettant de remplacer l'utilisation de biomasse par les ménages. L'Agence fournira un appui technique, qui prendra la forme d'outils d'analyse et d'une formation dispensée aux spécialistes nationaux qui seront chargés de planifier l'énergie.

### Tchad

Le projet vise à créer une capacité nationale de planification du développement énergétique durable et à diversifier les sources d'énergie. L'équipe de pays se verra fournir par l'AIEA des outils d'analyse et une formation qui leur per-

mettra d'utiliser ces outils pour réaliser des études de planification.

### Ghana

Le projet a pour but d'aider à élaborer un plan énergétique à long terme en déterminant la future demande d'énergie et d'électricité, le dosage optimal de sources d'énergie et le développement optimal du secteur. Récemment, le Ghana a demandé à bénéficier d'une analyse approfondie des options nucléaire et charbon afin d'évaluer le potentiel de ces technologies et de déterminer celle qu'il faudrait adopter en premier. On analysera en détail le rôle des sources d'énergie renouvelables dans un développement énergétique durable du pays. L'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) aidera à recenser les sources d'énergie renouvelables potentielles. L'équipe de pays aidera, par des études, à élaborer le plan énergétique à long terme.

### Côte d'Ivoire

Le projet cherchera les moyens de modifier les modes de consommation d'énergie pour améliorer la santé et l'économie du pays. Actuellement, cette consommation épuise les ressources naturelles et le manque d'approvisionnement freine le développement socioéconomique. L'AIEA aidera, par un appui technique (outils d'analyse et formation), à réaliser une étude du pays.

### Libye

L'AIEA aidera le pays à mettre sur pied une capacité de planification de l'énergie et à élaborer, dans ce domaine, une stratégie compatible avec les objectifs d'un développement durable. Elle procédera, à cette fin, à l'évaluation des futurs besoins en énergie et en électricité de tous les secteurs de l'économie; à l'évaluation des sources d'énergie traditionnelles disponibles et de leur potentiel de développement; à l'évaluation de la contribution potentielle des sources d'énergie renouvelables et des techniques avancées (éolien, solaire, nucléaire et hydrogène) à la satisfaction des futurs besoins; à l'élaboration de scénarios alternatifs et optimaux de développement du système d'approvisionnement en énergie et en électricité; et à l'évaluation de l'impact social, économique et écologique de ces scénarios.

### Mauritanie

Le projet vise à former les responsables de la planification au développement énergétique durable, en particulier à l'étude des problèmes techniques, économiques et écologiques que pose le développement du système d'approvisionnement en électricité. On utilisera des outils de planification (projection de la demande d'énergie et d'électricité et analyse des systèmes) pour évaluer la demande d'énergie jusqu'en 2025 et équilibrer durablement l'offre et la demande. On aidera également à élaborer des scénarios appropriés au pays et à évaluer les aspects sociaux, économiques et environnementaux des chaînes de production d'électricité.

## Niger

L'AIEA apportera son appui au Ministère des mines et de l'énergie. On étudiera les moyens, pour le pays, de réduire la consommation de bois de chauffe et d'améliorer l'utilisation des ressources locales, ce qui aidera à réduire la part de l'énergie importée. L'AIEA aidera, par un appui technique, à mener cette étude et apprendra aux responsables à utiliser des outils d'analyse pour planifier l'énergie dans une optique de développement durable.

## Soudan

En 2002, le Soudan a réalisé, avec l'AIEA, une étude détaillée sur « l'économie et la planification de l'énergie ». Cette étude a conclu que le pays pouvait envisager l'option nucléaire et a recommandé au gouvernement d'étudier les activités à mener pour lancer un programme correspondant. Le pays prévoit d'instituer un Comité interministériel de planification de l'énergie nucléaire appuyé par une équipe d'application dont le président assurera, aux fins du Projet de développement de l'infrastructure nucléaire, l'interface avec l'AIEA. Le Coordonnateur de l'équipe planifiera et mettra en œuvre les activités du projet et assurera la coordination avec les autres ministères et départements et avec l'AIEA.

## Projet régional

L'AIEA participe également à un projet régional qui vise à renforcer les capacités de planification aux fins d'un développement énergétique durable. Au total, 32 pays pourront y participer et 26 y participent actuellement. Le but est d'améliorer leur aptitude à élaborer, en matière d'énergie, des stratégies propices à un développement durable. À cette fin, le projet :

▲ aidera les pays à renforcer leurs moyens institutionnels de planification de l'énergie ;

▲ aidera les pays à mettre au point des programmes de formation de spécialistes de la planification de l'énergie ;

▲ aidera les pays à étudier le développement énergétique durable ;

▲ facilitera l'étude des options d'approvisionnement en électricité, de l'interconnexion des réseaux et des stratégies de développement énergétique durable ;

▲ aidera les pays à renforcer l'intégration locale des agences de l'énergie et des organismes de développement ;

▲ appuiera la coopération régionale et la création de réseaux de planification de l'énergie.

## Travailler avec des partenaires mondiaux

En mai 2006, l'AIEA et ses partenaires ont présenté une étude détaillée à la 14<sup>e</sup> session de la CDD. Cette étude, qui analysait les possibilités de développer l'utilisation des sources d'énergie renouvelables aux fins d'un développement durable au Ghana, passait en revue les politiques à mener pour y parvenir. C'est là un des objectifs du Plan de mise en œuvre de Johannesburg.

Cette étude a été menée conjointement par le Département des affaires économiques et sociales de l'ONU, l'AIEA, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Programme des Nations Unies pour

## Énergie : modèles de planification de l'AIEA

Modèle	États Membres utilisateurs
ENPEP – Programme d'évaluation de l'énergie et de l'électricité	69
FINPLAN – Modèle d'analyse financière des projets et plans de développement de l'énergie électrique	19
MAED – Modèle pour l'analyse de la demande d'énergie	71
MESSAGE – Modèle d'étude des systèmes d'offre d'énergie et de leur impact général sur l'environnement	60
SIMPACTS – Approche simplifiée pour l'estimation de l'impact de la production d'électricité	32
WASP – Wien Automatic System Planning Package	85

**Au total, 112 États Membres utilisent les modèles de l'AIEA.**

l'environnement, l'ONUDI et la Commission ghanéenne de l'énergie. Utilisant les données du Ghana, elle a analysé quatre scénarios des points de vue de l'efficacité, du coût total, du coût de l'exploitation et de la maintenance, et de l'origine des fonds (sociétés publiques, consommateurs ou bailleurs de fonds étrangers).

Au niveau international, également, la Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA) et l'AIEA ont tenu à Addis-Abeba (Éthiopie) un atelier régional sur la planification intégrée des ressources d'énergie et d'électricité en Afrique. Cet atelier avait pour but de présenter aux responsables africains de l'énergie les méthodes de planification intégrée des ressources mises au point par l'AIEA. Y ont participé des représentants de l'Afrique de l'Ouest, de l'Afrique australe, de la Communauté des États sahélo-sahariens, de la Communauté de l'Afrique de l'Est, d'Énergie des Grands Lacs, de l'Autorité intergouvernementale de développement et de l'Afrique de l'Est. L'atelier a représenté un premier pas dans la collaboration qu'ont mise en place l'AIEA la CEA dans le domaine de la planification et des stratégies énergétiques.

## Perspectives du nucléaire en Afrique

Sur les 439 réacteurs nucléaires en service dans le monde, seuls deux sont situés en Afrique: Koeberg-1 et Koeberg-2 (Afrique du Sud). Sur les 30 centrales nucléaires en construction, aucune n'est située en Afrique, même si en juillet 2007, l'Afrique du Sud a publié pour avis un projet de politique et de stratégie d'énergie nucléaire qui prévoit la construction de plusieurs nouvelles centrales entre 2011 et 2015.

À plus long terme, cependant, il se peut que le nucléaire fournisse une part importante de l'électricité africaine. Parallèlement à l'Afrique du Sud, l'Égypte et le Nigeria ont annoncé, en 2006, leur intention d'acquérir leurs premières centrales nucléaires. En 2007, la Namibie s'est déclarée intéressée par le nucléaire dans une optique à long terme. L'Algérie, l'Égypte, la Libye, le Maroc et la Tunisie étudient, à divers stades, la possibilité d'utiliser le nucléaire pour dessaler l'eau de mer.

Une importante difficulté, pour de nombreux pays d'Afrique, sera de trouver, à court et moyen termes, un compromis entre les économies d'échelle qui militent en faveur de grandes centrales et les limites de leur réseau et de leurs capacités d'investissement. Il serait possible, dans un premier temps, d'opter pour des centrales de petite et moyenne tailles, puis d'intégrer les réseaux de pays voisins.

Sur la poignée de nouveaux modèles de réacteurs de petite et moyenne tailles qui atteignent le stade du prototype, en effet, l'un est africain: c'est le réacteur modulaire à lit de boulets de 165 MWe conçu par l'Afrique du Sud. Ce réacteur devrait entrer en service vers 2012 ou 2013. Le Gouvernement sud-africain a accordé des fonds de lancement au projet et des éléments principaux ont déjà été commandés.

## Renforcer les capacités

L'AIEA apporte à ses États Membres une aide précieuse dans le domaine nucléaire. En dehors des décisions commer-



**L'Afrique du Sud possède la seule centrale nucléaire du continent africain, composée des réacteurs Koeberg-1 et 2.**

Photo: Eskom

ciales, elle peut aider, par un appui technique, à étudier les techniques envisageables, les méthodes de gestion utilisables pour mettre en œuvre un projet et les critères à respecter pour exploiter de façon sûre et économique une centrale nucléaire.

L'AIEA propose également une aide à l'élaboration de cadres juridiques nationaux. Elle peut également aider à mettre en place des organes de réglementation. Le but est de mettre en place des organes efficaces et compétents capables de délivrer des licences d'exploitation, et d'offrir des services d'étude couvrant tous les aspects d'un programme nucléaire. L'Agence s'emploie à améliorer l'aptitude de ses États Membres à analyser les différentes techniques et à déterminer les moyens à mobiliser pour répondre à la demande d'énergie et d'électricité compte tenu de leurs contraintes socioéconomiques, techniques, écologiques et financières. Les outils d'analyse fournis sont technologiquement neutres et peuvent aider à analyser toutes les options, y compris le nucléaire.

---

*Ali Boussaha (A.Boussaha@iaea.org) dirige la Division de l'Afrique au Département de la coopération technique de l'AIEA.*

*Alan McDonald (A.McDonald@iaea.org) est agent de liaison au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA.*

*Hans-Holger Rogner (H.H.Rogner@iaea.org) dirige la Section de la planification et des études économiques au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA.*



# Les femmes et le nucléaire

Royal Frederick Kastens et Christine Nelima Okhoya

**Il ne faudrait pas sous-estimer le lien qui existe entre les femmes et la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement.**

Lorsqu'en 2000, 189 pays ont décidé d'adopter les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), les signataires n'étaient peut-être pas tous conscients de l'importance des femmes.

Les OMD définissent la problématique hommes-femmes par ce qu'une société estime être le rôle des hommes et des femmes et par les comportements qui en découlent. Les rapports hommes-femmes peuvent avoir une grande influence – positive ou négative – sur le développement. Depuis quelques années, il devient de plus en plus évident que les OMD ont fondamentalement pour but d'améliorer la condition des femmes dans les pays en développement.

Parfois, le lien entre OMD et condition de la femme est évident. L'objectif 3, par exemple, vise expressément à promouvoir l'égalité et l'autonomisation des femmes. D'autre fois, par contre, il n'est pas si évident même s'il est clairement présent, car le droit qu'a chaque être humain de bénéficier du développement et de se libérer de la pauvreté est inextrica-

blement lié à l'objectif qui vise à améliorer la condition des femmes dans le monde.

Les femmes, en fait, non seulement participent largement à la production d'aliments dans le monde, en particulier dans les zones rurales (Objectifs 1 et 7), mais elles sont aussi les premiers dispensateurs de soins aux enfants dans presque toutes les cultures et sociétés, ce qui en fait les principaux acteurs de la réalisation de l'Objectif 4 (réduction de deux tiers de la mortalité infantile par rapport à 1990).

Dans le même temps, les femmes restent très désavantagées face à l'éducation, au travail et à la santé, alors que la recherche scientifique montre que des maladies telles que l'infection à VIH/sida et le paludisme sont plus fréquentes chez elles. Autrement dit, les femmes sont aussi les principales cibles des Objectifs 1, 2 et 6.

Les huit OMD forment un programme ambitieux et urgent assorti de buts quantitatifs à atteindre d'ici à 2015. Où en



est, cependant, la communauté mondiale à cet égard? Dans l'avant-propos du Rapport 2006 sur les Objectifs du Millénaire pour le développement, José Antonio Campo, Secrétaire général adjoint de l'ONU chargé des affaires économiques et sociales, a déclaré que les OMD représentaient un formidable défi, mais qu'il existait de clairs signes d'espoir. Il a également averti, cependant, qu'il restait beaucoup à faire. «Il reste beaucoup à faire pour tenir les promesses que nous avons faites aux générations actuelles et futures», a-t-il écrit.

Comment ces promesses seront-elles tenues? Comment atteindre les OMD d'ici à 2015? Il y a, de toute évidence, beaucoup à faire pour instaurer une meilleure gouvernance, éliminer les poches de pauvreté et combattre ce que les experts appellent les «pièges de la pauvreté», à savoir le fait que les pauvres sont simplement trop pauvres pour effectuer les investissements requis pour vaincre la faim, la maladie et le manque d'infrastructures.

Si l'on veut, cependant, résoudre les problèmes énoncés dans les OMD, il faut mettre à contribution la science et la technologie. En 2005, Jeffrey D. Sachs et John W. McArthur ont écrit qu'en mobilisant la science et la technologie, on contribuerait de façon déterminante à la réalisation des OMD: «Le progrès de la science et de la technologie permet aux sociétés de mobiliser de nouvelles sources d'énergie et de nouvelles matières, de combattre la maladie, de produire des cultures, de rassembler et de diffuser l'information, de transporter les personnes et les marchandises plus rapidement et plus sûrement, de limiter au besoin la taille des familles, etc.».

L'AIEA est à l'avant-garde de la lutte contre la pauvreté, participant directement à la mise au point de techniques qui aident à améliorer la qualité de vie de millions de personnes dans le monde. Elle transfère activement des sciences vitales vers des pays en développement qui n'auraient peut-être pas, sinon, accès aux techniques actuelles. En tant qu'institution, elle est consciente de la problématique hommes-femmes que renferment les OMD, et plusieurs de ses projets aident à atteindre ces objectifs en améliorant, directement ou indirectement, la qualité de vie des femmes.

## Sciences et techniques nucléaires : aider à atteindre les OMD

L'AIEA contribue directement à la réalisation des OMD en proposant des programmes de coopération technique qui aident les pays à atteindre les objectifs fixés pour chaque objectif. En liant la science et la technologie à d'importants objectifs de développement, elle aide ses États Membres à mettre en place un développement durable et équitable et à assurer le bien-être général.

### Objectif 1 : Réduire l'extrême pauvreté et la faim

Les femmes assurent la moitié de la production alimentaire mondiale et produisent, dans les zones rurales de la plupart des pays en développement, 60 à 80% des aliments. Généralement, pourtant, les agriculteurs restent perçus comme «masculins» par les responsables politiques, les planificateurs du développement et les prestataires de services agricoles. C'est pourquoi il est plus difficile aux femmes qu'aux hommes d'accéder aux ressources précieuses que sont la terre, le crédit et les intrants agricoles, la technologie, la vulgarisation, la formation et les services qui accroîtraient leur capacité de production. Les femmes qui ont des enfants ont besoin d'être autonomes pour améliorer la nutrition et le bien-être des familles, des communautés et des pauvres de la planète.

L'AIEA combat activement la pauvreté et la faim. En collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), elle s'emploie à accroître la production agricole en améliorant la gestion des sols, en réduisant le gaspillage, en améliorant la santé et la production animales, en combattant les ravageurs et en réduisant l'utilisation de pesticides chimiques qui polluent les aliments et l'environnement.

L'AIEA renforce la sécurité alimentaire en sélectionnant des plants qui résistent mieux à la maladie et au stress environnemental. Elle s'emploie également à améliorer l'état nutritionnel des populations en analysant les besoins de différents membres de la société et en évaluant l'efficacité des programmes d'enrichissement d'aliments.

**Depuis quelques années, il devient de plus en plus évident que les Objectifs du Millénaire pour le développement ont fondamentalement pour but d'améliorer la condition des femmes dans les pays en développement.**

Photo : Ritu Kenn/AIEA



## **Objectif 2 : Assurer l'éducation primaire pour tous**

L'AIEA contribue indirectement, mais réellement à la qualité et à la diversité de l'éducation primaire en élevant le statut des sciences physiques dans les programmes et en permettant à ceux qui étudient les sciences fondamentales de continuer à apprendre par des formations avancées et diplômantes. Elle finance chaque année plus de 1400 bourses d'études scientifiques et techniques.



Par différentes formations – bourses d'étude, visites scientifiques et stages – l'AIEA offre aux femmes des possibilités accrues d'intervenir dans le domaine des sciences et techniques nucléaires.

Photo : D. Calma/AIEA

## **Objectif 3 : Promouvoir l'égalité et l'autonomisation des femmes**

La participation accrue des femmes à la gestion et à la prise de décisions dans le domaine scientifique influence déjà le monde des sciences et des techniques. En poussant plus loin

ce changement de culture et de valeurs, cependant, et en allouant plus équitablement les ressources, on permettrait aux femmes et aux hommes d'influencer davantage l'activité scientifique et technique et l'on aiderait à rétablir, en matière de recherche, des priorités qui tiendraient compte des besoins des femmes.

Par différentes formations – bourses d'étude, visites scientifiques et stages – l'AIEA offre aux femmes des possibilités accrues d'intervenir dans le domaine des sciences et techniques nucléaires.

## **Objectif 4 : Réduire la mortalité infantile**

Nombre d'enfants meurent avant l'âge de cinq ans de diverses causes (pneumonie, diarrhée, rougeole, paludisme et maladies néonatales). Facteur aggravant, la malnutrition contribue à 54% de ces décès. L'incidence de certaines maladies féminines, en particulier pendant la grossesse, peut provoquer la naissance d'enfants en sous-poids et prématurés aux chances de survie limitées. En combattant ces maladies, par conséquent, on réduirait également la mortalité infantile.

L'AIEA aide à mettre au point des directives nutritionnelles qui tiennent compte de la constitution tissulaire, de la dépense d'énergie et de l'allaitement maternel pour assurer le bien-être des enfants.

## **Objectif 5 : Améliorer la santé maternelle**

La pauvreté, le déséquilibre des pouvoirs et le manque d'éducation empêchent des millions de femmes d'accéder à la santé. Survenant pendant la grossesse, des maladies telles que le paludisme, l'anémie et l'hépatite peuvent accroître la mortalité maternelle. Une action ciblée visant à réduire l'incidence de ces maladies pourrait donc également réduire la mortalité maternelle.

L'incidence, en outre, de certaines maladies, varie selon le sexe. Si, par exemple, les cinq cancers les plus fréquents chez les femmes sont ceux du sein, du poumon, de l'estomac, du colon et du col de l'utérus, chez les hommes, ce sont ceux du poumon, de l'estomac, du foie, du colon et de l'œsophage. C'est là une considération importante dont il faudra tenir compte dans toute stratégie de lutte contre le cancer.

En renforçant leurs moyens moléculaires de détection, l'AIEA permet aux États Membres de mieux gérer des maladies potentiellement mortelles telles que la dengue, la tuberculose, le paludisme et l'infection à VIH/sida. Enfin, elle promeut activement, dans le cadre de son Programme d'action pour la cancérothérapie (PACT), le recours à la radiothérapie, moyen économiquement efficace de traitement du cancer.

## **Objectif 6 : Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies**

Les données montrent que la prévalence de l'infection à VIH progresse plus rapidement chez les femmes, qui sont souvent physiquement, socialement et économiquement

plus vulnérables que les hommes. Dans la plupart des pays en développement, en outre, ce sont les femmes et les jeunes filles qui s'occupent des personnes séropositives. Enfin, la stigmatisation de la maladie est souvent ressentie plus fortement par les femmes.

L'AIEA utilise, en collaboration avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'ONUSIDA, des techniques moléculaires pour suivre l'infection à VIH/sida, le paludisme, la tuberculose et les problèmes connexes.

Les femmes enceintes et les jeunes enfants, particulièrement vulnérables au paludisme, méritent que les programmes de lutte contre cette maladie leur accordent une attention particulière. Il est également possible que des «normes sexuelles» influent sur la prévention et le traitement du paludisme en influant sur les modes de sommeil et de travail, sur le recours aux moustiquaires et sur la priorité dévolue aux membres de la famille pour ce qui est de recevoir des soins.

Bien que dans le monde, la prévalence de la tuberculose et les taux d'infection latente soient généralement plus élevés chez les hommes que chez les femmes, cette maladie demeure l'une des principales causes de décès chez les femmes en âge de procréer. On craint que les différences observées entre les sexes pour ce qui est de la détection et du traitement soient dues à des facteurs tels que la notification inégale des pathologies respiratoires, les difficultés que rencontrent les femmes pour accéder aux soins et, une fois de plus, la stigmatisation.

### **Objectif 7 : Assurer un environnement durable**

Les femmes des pays en développement dépendent fortement, pour leur subsistance, des ressources naturelles. L'innovation technologique pourrait, par conséquent, faciliter leur quotidien. En mettant à leur disposition, par exemple, des combustibles capables de remplacer le bois, on améliorerait considérablement leur santé et l'environnement. On réduirait l'exposition des femmes aux fumées nocives et l'on allégerait leur corvée de collecte de matériau de combustion. Le temps économisé leur permettrait – notamment aux fillettes – de se consacrer à l'éducation et, pour les femmes âgées, de pratiquer des activités génératrices de revenus. Cela pourrait aider à rompre le cercle vicieux par lequel les combustibles solides freinent le développement économique, tandis que la pauvreté limite l'aptitude à adopter des combustibles plus propres.

Les sécheresses, inondations et phénomènes météorologiques extrêmes dus aux émissions croissantes de gaz à effet de serre sont ressentis plus durement dans les pays en développement, où les femmes doivent assurer leur alimentation et celle de leur famille dans un environnement qui se dégrade.

L'AIEA aide ses États Membres à améliorer leur aptitude à effectuer des analyses et des études concernant le développement des systèmes d'approvisionnement électrique et énergétique, la planification des investissements et l'élabo-

ration de politiques énergéto-environnementales incluant l'option nucléaire.

S'il n'y a pas de raisons de penser qu'il existe, entre les sexes, des différences pour ce qui est de l'accès à l'eau ou à l'assainissement (qui sont généralement fournis à des communautés, pas à des individus), les femmes pourraient bénéficier à plusieurs titres d'un accès amélioré. Ce dernier permettrait d'améliorer globalement la santé de la population et allégerait la corvée d'eau qui incombe souvent, dans les pays en développement, aux fillettes et aux femmes.

L'AIEA s'est activement employée à mettre au point et à améliorer des outils de gestion des ressources en eau. Elle a démontré à quel point les techniques d'analyse sont utiles pour détecter et suivre les polluants de l'air et de l'eau, et a incité à utiliser l'hydrologie isotopique pour mettre en valeur et gérer les ressources en eau. Cette technique peut fournir de précieuses informations sur les eaux souterraines et les fuites de barrages et de canaux d'irrigation, et aider à déterminer la dynamique des lacs, des réservoirs et des eaux côtières. Elle peut aussi aider à mesurer les rejets, les flux et les taux de sédimentation des cours d'eau.

### **Objectif 8 : Mettre en place un partenariat mondial pour le développement**

L'AIEA s'emploie, dans le cadre de son mandat, à mettre en place des partenariats entre les institutions scientifiques et techniques et les organismes de développement des pays. Ces partenariats permettent aux États Membres de créer des capacités qui leur permettent de répondre à leurs besoins de développement tout en utilisant des ressources locales et durables.

## **Les femmes et le progrès**

Il devient de plus en plus évident que pour atteindre les buts ambitieux qui composent les OMD, il faudra améliorer la condition de millions de femmes. Mères, soignantes, chercheuses, dirigeantes ou ménagères, les femmes du monde entier jouent, dans la société, un rôle qu'il ne faut pas sous-estimer. L'amélioration de leur qualité de vie est un impératif moral : on ne peut y échapper. Par ses programmes de coopération technique et autres, l'AIEA contribue à construire une société plus équitable non seulement pour les femmes, mais pour toute l'humanité.

---

*Royal Fredrick Kastens (R.F. Kastens@iaea.org) dirige la Section des concepts et de la planification à la Division de l'appui aux programmes et de la coordination.*

*C. Nelima Okhoya (C.N. Okhoya@iaea.org) est chargée de la planification des programmes au Département de la coopération technique.*

Kirstie Hansen

# Paroles de femmes

## Trois médecins parlent de la nécessité de mieux prendre en charge le cancer chez les pauvres.

**En Inde, le Dr Sarbani Ghosh Laskar est l'un des 14 radio-oncologues qui travaillent au Tata Memorial Hospital de Mumbai.** L'hôpital recense chaque année quelque 25 000 nouveaux cas de cancer, dont 75% sont à un stade avancé.



« Nous avons énormément de patients. En radiothérapie, nous en traitons environ 450 chaque jour. Ces chiffres, à première vue, ont de quoi effrayer, mais nous ne sommes pas frustrés, car nous guérissons nos patients. Notre seule frustration tient au fait qu'ils doivent attendre. Nous traitons gratuitement 60% d'entre eux.

« Sur les patients que nous voyons chaque année, environ 14 000 sont à un stade avancé de la maladie – 30% peuvent être traités, les autres vont en soins palliatifs. Nous voyons environ 5 000 cancers de la tête et du cou, et un nombre similaire de cancers du col de l'utérus.

« L'Inde est un vaste pays où l'on observe d'importantes disparités de revenu. Heureusement pour nous, nous sommes un hôpital tertiaire financé par le Ministère de l'énergie atomique; nous n'avons donc pas trop de soucis financiers.

Nous avons tout ce dont vous pouvez avoir besoin en matière d'équipement – trois appareils de cobaltothérapie, trois accélérateurs linéaires et un appareil de curiethérapie. Mais même ainsi, on est loin du compte.

« Lorsqu'un cancer frappe une femme, il frappe durement sa famille car la femme, en sus de s'occuper de sa famille, est aussi, souvent, celle qui gagne l'argent. Même en milieu rural. En Inde, le tableau du cancer diffère fortement entre la ville et la campagne. Dans une métropole telle que Bombay, on voit des cancers du sein alors que dans les régions rurales, ce sont les cancers de l'utérus et du col qui dominent. Dans les zones rurales, les femmes ignorent souvent l'existence de programmes de dépistage et les naissances multiples sont fréquentes. Elles hésitent souvent à consulter et ne le font qu'à un stade avancé du cancer. Il y a encore des personnes qui nous demandent si le cancer est transmissible. »

**Post-scriptum : Le Tata Memorial Hospital, où travaille le Dr Laskar, a trouvé de nouveaux moyens d'aider les femmes à détecter rapidement un cancer. Le pays n'ayant pas les moyens de mettre en œuvre un programme d'analyse de frottis, les agents de santé primaire font appel à leur ingéniosité. Ils vont détecter le cancer du col chez les femmes des bidonvilles en utilisant des lampes improvisées et en pratiquant un examen visuel. Cette méthode peu onéreuse permet de détecter rapidement un grand nombre de cancers, lorsque la maladie est traitable et guérissable.**

**Dans le cadre de son Programme d'action pour la cancérothérapie (PACT), l'AIEA appuie, dans le monde, la création de réseaux régionaux de formation à la lutte contre le cancer. Le Tata Memorial Centre fera partie intégrante de ce projet, l'Inde étant bien placée pour devenir l'un des principaux formateurs de spécialistes du cancer d'autres pays en développement.**



**Miriam Joy Calaguas travaille dans deux mondes.** Cette radio-oncologue philippine traite les patients cancéreux à l'aide d'appareils ultramodernes dans une clinique privée de Manille. Les mercredis et jeudis, cependant, elle délaisse les couloirs immaculés de l'Hôpital privé Saint Luc pour travailler dans les deux principaux hôpitaux publics de la ville.



«J'ai le privilège de travailler dans l'hôpital où les patients cancéreux – qui peuvent se le permettre – reçoivent les meilleurs soins de radiothérapie. Dans le même temps, je vois ce qui se passe dans les hôpitaux publics : le manque d'installations, de matériel et de personnel, des patients qui font la queue pour obtenir un rendez-vous, attendant parfois deux à trois mois. Lorsque vient leur tour d'être traités, leur tumeur a déjà grossi ou proliféré. La stratégie de traitement, par conséquent, est totalement différente à l'hôpital public. Nous sélectionnons les patients qui sont à un stade précoce de la maladie et leur donnons la priorité sur ceux qui ont atteint un stade avancé.

«On se sent désespéré, parfois. On ne propose pas le traitement parce qu'on sait que le patient n'en a pas les moyens. Non seulement on sait qu'il souffre d'une maladie terminale, mais on sait qu'il existe un traitement qui pourrait prolonger sa vie mais dont il n'a pas les moyens. Il faut ménager les sensibilités.

«Dans les hôpitaux publics, il n'y a qu'une machine pour traiter une centaine de patients. On l'utilise jusqu'à deux heures du matin. Les techniciens sont débordés et sous-payés, à la différence de l'hôpital privé, qui paie les heures supplémentaires.

«C'est frustrant, parce qu'on sait ce qu'il faut faire, mais on n'en a pas les moyens. Non seulement le gouvernement ne peut pas financer un programme de lutte contre le cancer, mais la santé n'est pas vraiment sa priorité. C'est pourquoi nous avons besoin de donateurs extérieurs tels que le PACT. Nous avons les gens. Nous avons, aux Philippines, du personnel capable et intelligent, que nous formons ici à l'Université. Mais que faire sans installations et sans appareils de radiothérapie ? On ne traite pas avec nos mains.»

**Post-scriptum : Le cancer est la troisième cause de mortalité aux Philippines. On estime qu'un Philippin sur mille en développera un. Dans un pays de 66 millions d'habitants répartis sur plus de 7000 îles, seule une faible proportion de la société a accès à des techniques avancées capables de traiter le cancer.**

**En Afghanistan, le Dr Nadera Hayat Borhani a travaillé sous le règne des Taliban.** Elle était l'un des rares médecins autorisés à traiter des femmes. Elle se déplaçait en voiture spéciale chez les femmes malades qui n'avaient pas le droit de quitter leur domicile. Aujourd'hui, elle est Vice-Ministre de la santé publique.

«Personne, en Afghanistan, n'a accès à des services de traitement du cancer. Cela vaut pour les enfants, les hommes, les femmes et les personnes âgées. Il y a trente ans, nous avions un centre de radiothérapie et un centre de diagnostic. Pendant la guerre, malheureusement, tout a été détruit, aussi bien l'infrastructure que le matériel. Nous repartons donc de zéro.

«Lorsque le médecin suspecte un cancer chez un patient, il a le choix de l'envoyer en Iran, au Pakistan ou en Inde, en fonction des moyens du patient. L'Afghanistan, cependant, est un pays pauvre et la plupart des patients, très pauvres, ne font pas le voyage.

«J'ai également travaillé pendant 15 ans dans un hôpital de province, où j'ai vu de nombreux cancéreux que je ne pouvais malheureusement pas aider. J'aime travailler auprès des gens, surtout des femmes et des enfants. Ce sont eux les plus vulnérables, dans le monde entier mais surtout en Afghanistan. Pendant la guerre, comme vous le savez, nous avons



souffert d'une culture néfaste, pas d'une culture religieuse, mais d'une culture de guerre. Les femmes sont toujours sous pression : dans les zones rurales, elles n'ont pas le droit de se rendre dans un centre de santé sans la permission de leur belle-mère, de leur beau-père ou de leur époux. Cela change tous les jours, mais c'est malheureusement difficile lorsque les familles ne l'acceptent pas. Pour changer de mentalité, nous aurons besoin de temps. Nous voulons les éduquer, leur inculquer les droits de la femme, de l'enfant et de l'homme. Cela prendra des années.

En 2002, en Afghanistan, la couverture des services de santé était de 9%. Aujourd'hui, heureusement, elle est de 82%, mais

# PACT

## dans le monde

Massoud Samiei

**L**e Programme d'action pour la cancérothérapie (PACT) a été lancé par l'AIEA en 2004 pour faire face à la crise du cancer qui frappe le monde actuellement. Tirant profit de l'expérience qu'elle a accumulée en 30 ans dans les domaines de la médecine et des techniques nucléaires, l'Agence utilise sa part du Prix Nobel de la Paix 2005 pour financer des programmes de formation et de sensibilisation.

Le PACT vise à aider les pays en développement à mettre en œuvre un programme complet et durable de lutte contre le cancer intégrant prévention, dépistage, traitement et soins palliatifs.

En 2006-2007, l'AIEA a organisé une série de conférences à Buenos Aires, Londres et Bangkok pour examiner les problèmes spécifiques que pose la lutte contre le cancer en Amérique latine, en Afrique et en Asie, respectivement.

## Amérique latine

Le PACT de l'AIEA marque le début de l'unification des efforts menés par les secteurs concernés et le lancement d'une action conjointe et coordonnée contre le cancer. Il est clair, cependant, que les ressources disponibles ne suffiront pas pour résoudre le problème actuel et futur du cancer en Amérique latine et garantir l'application de normes minimales de qualité dans tous les services de radiothérapie de la région. La volonté des gouvernements d'appuyer et de financer des plans nationaux de prévention et de lutte sera donc essentielle.

Les autorités sanitaires seront chargées de promouvoir l'inclusion du cancer dans les priorités des pays,

seulement pour les services de base. Pour les services hospitaliers, elle est de 28 à 30%. Il n'existe, cependant, aucun service de radiothérapie.

«L'un des grands problèmes, en Afghanistan, est le manque de personnel féminin qualifié. Les femmes sont peu alphabétisées – 15% d'entre elles, environ. L'Afghanistan est un pays montagneux et la plupart des populations rurales isolées n'ont pas accès à l'eau, à l'électricité, aux transports ou aux routes. Il leur est donc difficile de se rendre à l'école ou à l'hôpital. Les médecins ne veulent pas aller en milieu rural

conformément à la résolution de l'Assemblée mondiale de la santé tenue à Genève en 2006. Le principal objectif sera de conclure des alliances stratégiques pour élaborer, sur la base d'un large consensus, des plans nationaux de lutte contre le cancer. Il faudra également recenser de façon intégrée les besoins des pays. Cette tâche pourra être facilitée par les mécanismes mis en place par le PACT et par les organisations collaboratrices.

Comme il faudra, pour élaborer des stratégies appropriées à chaque pays, disposer de données épidémiologiques, il faudra promouvoir la création de registres du cancer. Les plans de lutte contre le cancer devront prévoir d'informer le public sur les possibilités de prévenir le cancer et d'autres maladies par une modification du mode de vie, un dépistage précoce et un traitement approprié après un diagnostic.

Il faudra faire comprendre au public que le cancer est la maladie chronique la mieux traitable et que même aux stades avancés, la maladie répond bien à des traitements palliatifs. Les plans nationaux de lutte contre le cancer devront donc intégrer un programme de soins palliatifs.

En termes de prévention, les mesures qui ont prouvé leur efficacité sont la lutte contre le tabagisme, les infections, le mode de vie sédentaire et l'exposition aux rayonnements. Il faudra les intégrer aux stratégies existantes. Il faudra notamment appliquer les recommandations de l'accord-cadre relatives à la lutte contre le tabagisme, aux vaccinations, à l'éducation, à l'alimentation et à l'activité physique.

et les femmes rurales ne peuvent aller en ville pour se former que si toute leur famille y consent et les y accompagne. À ce jour, il est très difficile de recruter des femmes spécialistes pour une formation. «Nous avons besoin, en Afghanistan, d'un registre des cancers qui nous permettrait de dresser un tableau du pays. Dans notre pays, malheureusement, on ne sait pas le faire. Nous avons besoin de ces informations pour élaborer une politique. Nous disposons de quelques données de l'hôpital pédiatrique de Kaboul. On y traite actuellement 75 enfants pour des leucémies. Le chiffre réel, cependant, est selon moi bien supérieur, car les médecins envoient leurs

Des programmes de dépistage précoce devront être mis en œuvre pour les cancers curables courants que sont ceux du col de l'utérus, du sein, du colon et de la peau.

Les plans de lutte contre le cancer devront prévoir la formation des professionnels de la santé qui travaillent dans le domaine du cancer. Ce besoin pourra être satisfait en créant un réseau régional accrédité de formation sur le cancer, qui améliorera les services offerts au public.

Les participants à la conférence PACT de Buenos Aires se sont engagés à travailler de manière coordonnée avec des organisations internationales telles que l'AIEA, l'Organisation panaméricaine de la santé (OPS), le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), l'American Cancer Society (ACS), le National Cancer Institute (NCI) et d'autres sociétés scientifiques telles que l'Asociación Latinoamericana de Terapia Radiante Oncológica (ALATRO), en mettant à profit les progrès accomplis par les pays participants.

L'adoption de ces recommandations par les pays d'Amérique latine a été facilitée par le PACT et le programme de coopération technique de l'AIEA, l'OMS/OPS en coopération avec d'autres organisations, des ONG et des membres de la société civile.

## Afrique

Les pays d'Afrique comptent plus d'un million de nouveaux cas de cancer par an et sont, parmi les pays en développement, les moins à même d'y faire face, étant mal équipés. Manquant de moyens et d'infrastructure de base, les Africains ne bénéficient, pour la plupart, d'aucun dépistage, diagnostic précoce, traitement ou soin palliatif.

Sur les 53 pays d'Afrique, seuls 21, soit moins de 20% de la population, proposent des services de radiothérapie. Le cancer y est donc synonyme de mort lente et douloureuse. Dans le même temps, plus d'un tiers des décès par cancer est dû à des causes évitables que sont les infections virales, la malnutrition et le tabagisme, largement répandu. En Afrique, on guérit en moyenne 5% des cancers infantiles, contre près de

patients à l'étranger pour se traiter ou chez eux pour y mourir. Même dans ma famille, j'ai des antécédents de cancer. Mon oncle et ma tante ont eu un cancer du cerveau. L'Afghanistan a besoin d'un centre de cancérothérapie, de radiothérapie.»

**Post-scriptum :** Dans le cadre de son programme de coopération technique, l'AIEA appuie la création, à Kaboul, de services de radiothérapie capables de traiter les patients cancéreux en Afghanistan. Près de 3 millions de dollars ont été affectés pour les sept prochaines années pour appuyer la création d'un centre de radio-oncologie à l'Université

80% dans les pays développés. Dans de nombreux pays d'Afrique, en outre, la combinaison du cancer, de la pauvreté, de la misère et des maladies infectieuses entrave le développement et, de ce fait, la mise en place d'un avenir viable.

Par une action concertée et opportune, pourtant, on pourrait combattre le cancer en Afrique.

## Asie

La plupart des nouveaux cas de cancer s'observent, aujourd'hui, dans les pays de faible à moyen revenu d'Asie et d'Afrique où, par manque de moyens, 70% des cas sont diagnostiqués trop tard pour être traités. En Asie du Sud-Est, d'ici à 2020, le nombre de nouveaux cas devrait augmenter de 60% pour atteindre 2,1 millions. Dans le Pacifique occidental, il devrait augmenter de plus de 50% pour atteindre près de 5 millions. Or, il n'est pratiqué aucun dépistage des cancers du sein et du col alors que, détectées rapidement, ces deux maladies peuvent être traitées avec succès.

La radiothérapie, utilisée efficacement chez plus de la moitié des patients cancéreux des pays à revenu élevé, est hors de portée pour des millions d'asiatiques. On estime que pour traiter ses patients, la région Asie-Pacifique aurait besoin de 4000 machines, alors qu'elle n'en compte que 1200.

## Le cancer : une situation d'urgence

Le cancer est la cause de 12,5% des décès dans le monde, pourcentage supérieur à ceux de l'infection à VIH/sida, de la tuberculose et du paludisme combinés. D'ici à 2020, on prévoit 15 millions de nouveaux cas chaque année, dont 70% dans les pays en développement. Or, ces derniers sont les moins préparés à faire face à la maladie et les taux de survie y sont souvent au moins inférieurs de moitié à ceux des pays développés.

Massoud Samiei (Samiei@iaea) est le directeur du PACT.

**médicale de Kaboul. Cette année, quelque 30 000 dollars seront consacrés à la formation de personnels et à l'offre de conseils spécialisés.**

— Les entretiens ont été menés par Kirstie Hansen, de la Division de l'information de l'AIEA, lors d'une manifestation spéciale organisée par le Fonds Nobel de l'AIEA à Bangkok (Thaïlande) en 2007.

Pour de plus amples informations sur les personnes qui combattent le cancer dans les pays en développement, voir le site [www-naweb.iaea.org/pact](http://www-naweb.iaea.org/pact) et cliquer sur «Voices».



# Des « écoles » de nutrition

Lena Davidsson

## *Le Fonds Nobel de l'AIEA se penche sur les besoins nutritionnels des enfants.*

Dans les pays en développement, un enfant sur dix meurt avant son cinquième anniversaire, ce qui fait un terrible total de plus de 10 millions de jeunes vies perdues chaque année. Dans plus de la moitié de ces décès, la malnutrition a joué un rôle. Face à ce drame, il faut agir – c'est ce que fait l'AIEA. Lors de trois manifestations organisées en Afrique, en Asie-Pacifique et en Amérique latine en 2006 et 2007, elle a montré en quoi des techniques à base d'isotopes stables peuvent permettre de concevoir et de suivre des programmes qui visent à réduire la malnutrition, en particulier chez les nourrissons et chez les enfants.

Les enfants dénutris résistent moins aux infections et risquent davantage de mourir de maladies courantes de l'enfance que sont les maladies diarrhéiques et les infections respiratoires. Leur souffrance est souvent invisible: trois quarts des enfants qui meurent de causes liées à la malnutrition sont légèrement à modérément dénutris.

La mortalité infantile n'est que la partie émergée de l'iceberg. Nombre d'enfants qui survivent à la première année n'atteindront pas leur potentiel, car la dénutrition freinera leur développement. La carence en nutriments, par exemple, également appelée «faim cachée», est extrêmement répandue dans les pays en développement, en particulier au début de la vie. Elle compromet gravement le développement physique et mental des enfants qui en sont atteints.

La carence en fer, en par-

ticulier, freine le développement psychomoteur et mental des jeunes enfants, tandis que la carence clinique en vitamine A peut entraîner la cécité, une morbidité accrue, voire la mort. En un mot, la dénutrition d'un enfant l'enferme dans un cercle vicieux de maladies récurrentes et de faible croissance.

Inversement, une bonne nutrition est bénéfique pour le développement de l'enfant et pour la société dans laquelle il vit, car un enfant bien nourri réussit mieux à l'école et deviendra un adulte sain et productif capable d'assurer à ses propres enfants un meilleur départ dans la vie.

Depuis plusieurs années, l'AIEA préconise d'utiliser des techniques nucléaires pour combattre la malnutrition pendant les premières années de la vie. Les pays, en particulier, apprennent à utiliser des techniques à base d'isotopes stables pour mettre au point et évaluer des programmes nutritionnels.

Dans le cadre de cette initiative, le Fonds Nobel de l'AIEA pour le cancer et la nutrition s'emploie notamment à développer l'utilisation de techniques nucléaires qui doivent permettre de mettre au point et d'évaluer des programmes capables d'améliorer la nutrition et la santé des enfants. Il propose à de jeunes spécialistes – en particulier des femmes – de pays en développement, par l'intermédiaire du programme de coopération technique de l'Agence, des bourses d'étude qu'il finance.

Parallèlement à ces bourses, le Fonds a organisé, en 2006 et 2007 en Afrique, en Asie-Pacifique et en Amérique latine, des manifestations intitulées «Écoles de nutrition du Fonds Nobel de l'AIEA». Le but était de faire connaître les activités que l'AIEA mène dans le domaine de la nutrition humaine et de montrer en quoi des techniques à base d'isotopes stables peuvent permettre de concevoir et de suivre des programmes qui visent à réduire la malnutrition, en particulier chez les nourrissons et chez les enfants. Chaque manifestation a abordé les problèmes spécifiques de la région qui l'accueillait.



## Amérique latine : le double poids de la malnutrition

La première manifestation s'est tenue à Guatemala (Guatemala) du 2 au 6 octobre 2006. Organisé par l'AIEA en collaboration avec le Gouvernement guatémaltèque (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)), ce séminaire a réuni 38 participants de 20 États Membres de la région. Les participants représentaient l'enseignement, la recherche et l'administration – près de la moitié d'entre eux représentaient un ministère de la santé.

Les exposés et conférences ont porté sur les techniques à base d'isotopes stables, l'expérience de différentes techniques acquise dans la région et le développement des moyens en Amérique latine. La plupart des intervenants provenaient de la région, représentant d'importants instituts de recherche en nutrition humaine d'Amérique latine et des Caraïbes. Beaucoup de temps a été consacré à la définition des priorités de la future coopération.

Le séminaire a abordé l'un des problèmes croissants que connaît la région : la coexistence d'une sous-nutrition et d'une surnutrition, ou « double poids » de la malnutrition. Aux conséquences dévastatrices qu'a la sous-nutrition sur la santé, le bien-être et le développement s'ajoute le changement rapide de mode de vie et d'alimentation – dit « transition nutritionnelle » – qui produit un nombre croissant de personnes en surpoids et obèses exposées à des maladies chroniques telles que les cardiopathies et le

diabète. Signe de la complexité du problème, sous-nutrition et surnutrition coexistent souvent dans une même communauté, voire dans un même foyer.

## Afrique : nutrition et VIH/sida

En Afrique, surtout dans la partie subsaharienne du continent, l'épidémie de VIH/sida se combine souvent à une pénurie alimentaire généralisée et à une forte prévalence de la sous-nutrition. Les nourrissons et les enfants y sont particulièrement vulnérables, car l'infection à VIH compromet leur croissance. Les causes en sont souvent multiples : sous-nutrition, fréquents épisodes de diarrhées et maladies opportunistes.

L'AIEA aide la communauté internationale à combattre le VIH/sida en Afrique. Elle y aide, en particulier, à utiliser des techniques à base d'isotopes pour élaborer des programmes fondés sur des stratégies alimentaires localement appropriées et viables qui intègrent la nutrition à la lutte globale menée contre la maladie.

La deuxième « École de nutrition » s'est tenue à Kampala (Ouganda) sur le thème « Intégrer la nutrition à la prise en charge du VIH/sida ». Trente-deux personnes représentant l'enseignement, la recherche et l'administration de 22 États Membres y ont pris part du 4 au 8 décembre 2006. Treize participants, soit 40% d'entre eux, représentaient un ministère de la santé.

## Les techniques à base d'isotopes stables

**Les techniques à base d'isotopes stables (c'est-à-dire non radioactifs)** sont utilisées dans la recherche depuis de nombreuses années. L'application de ces techniques à l'élaboration et à l'évaluation de programmes de nutrition, cependant, est relativement nouvelle. L'AIEA peut, à cet égard, apporter une importante contribution.

Les techniques à base d'isotopes stables présentent, par rapport aux techniques classiques, l'avantage de fournir des mesures plus sensibles et spécifiques. L'AIEA appuie plusieurs projets de nutrition infantile qui utilisent ces techniques, notamment pour mesurer le lait absorbé par les enfants allaités, la masse musculaire des mères allaitantes ou la dépense d'énergie et la biodisponibilité du fer chez les nourrissons et les jeunes enfants.

Pour mesurer le lait absorbé par les enfants allaités, on utilise une méthode non invasive. On administre à la mère, par voie orale, une dose d'oxyde de deutérium. Peu après l'absorption, l'oxyde de deutérium se mélange à l'eau corporelle de

la mère et est ingéré par le nourrisson à travers le lait maternel. En mesurant le deutérium dans l'urine ou la salive du nourrisson, on obtient des informations sur le lait absorbé. Cette méthode permet en outre de déterminer si les nourrissons absorbent des aliments autres que le lait maternel, pratique qui les expose souvent à des bactéries et à des virus vecteurs de maladies infectieuses. En analysant la salive de la mère, également, on peut mesurer son eau corporelle. Cela permet aux chercheurs de mesurer la masse maigre (musculaire) de la mère allaitante, ce qui fournit d'importants renseignements sur son état nutritionnel.

L'absorption du fer, d'autre part, est mesurée en introduisant des isotopes stables de fer dans des globules rouges. Des études appuyées par l'AIEA ont montré qu'on peut doubler, voire tripler cette absorption chez les nourrissons en ajoutant de la vitamine C aux aliments, ce qui montre comment des modifications simples peuvent améliorer la valeur nutritionnelle des aliments.

Cette manifestation a été organisée en collaboration avec le Gouvernement ougandais (Ministère de la santé), qui était représenté au plus haut niveau par le Ministre de la santé, Stephen O. Malinga, et le Directeur général adjoint de la santé, Samuel Okware.

## Asie : sous-nutrition des jeunes enfants

La dernière manifestation s'est tenue à Dhaka (Bangladesh) du 22 au 26 avril 2007. Elle a été accueillie par le Gouvernement bangladais (Centre international de recherche sur la santé et la population et Commission bangladaise de l'énergie atomique).

Ont pris part à la réunion 21 participants de 14 États Membres de la région, dont quatre Bangladais. Le vif intérêt accordé par le Gouvernement à cette manifestation s'est illustré par la participation de Shafqul Islam Bhuiyan, président de la CBEA, de S.M. Wahid-Uz-Zaman, Secrétaire du Ministère de la science et de la technologie, et de C.S. Karim, Conseiller au Ministère de l'agriculture et de l'élevage, à la séance d'ouverture.

Le séminaire a porté sur la sous-nutrition des jeunes enfants en raison du très grand nombre d'enfants naissant avec un poids trop faible et de la forte prévalence de la sous-nutrition chez les enfants d'Asie, en particulier d'Asie du Sud. Il était donc urgent de mettre au point des programmes adaptés qui viseraient, par conséquent, les jeunes femmes en âge de procréer, les nourrissons et les jeunes enfants.

# L'AIEA et Haïti : mieux nourrir les nourrissons

**Port-au-Prince (Haïti)** — Les visages et les pleurs de nourrissons dénutris prennent toutes les formes dans le turbulent service pédiatrique de l'Hôpital général d'Haïti. Un minuscule nouveau-né baille dans une couveuse improvisée. Un garçonnet malingre aux yeux immenses gigote nerveusement dans son lit. Un ruban jaune sort des cheveux tressés de Beasline Roseus. La fillette de 14 mois est assise sur le genou de sa mère. Ses pieds et membres sont boursoufflés. Elle souffre de kwashiorkor, forme grave de malnutrition.

Haïti a le taux de mortalité infantile le plus élevé du monde occidental. La pauvreté, la guerre civile et l'ignorance sont les principales causes de la malnutrition qui frappe le pays.

L'AIEA s'est associée au Ministère haïtien de la santé pour améliorer, à l'aide de la science nucléaire, la nutrition des enfants dans le pays. Ensemble, ils s'efforcent d'exploiter les bienfaits de l'allaitement maternel – moyen sain et économique de nourrir les bébés et de protéger leur santé. Plusieurs études utilisant des isotopes stables (non radioactifs) seront menées pour mieux comprendre les habitudes d'allaitement. Leurs conclusions et recommandations aideront le Gouvernement haïtien à mieux comprendre les causes de la malnutrition qui touche les enfants du pays et à y apporter des réponses.

Selon le Dr Lena Davidsson, qui dirige la Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire de l'AIEA, la malnutrition grave, telle celle qui touche Beasline, est une urgence médicale. « Bien d'autres enfants, en Haïti, sont dénutris, mais pas à ce point. Ces cas sont la pointe de l'iceberg. Ils montrent à quel point la nutrition est importante au début de la vie. Le projet de l'AIEA vise à favoriser la mise en œuvre de politiques nationales qui encouragent l'allaitement exclusif pendant six mois, comme le

recommande l'Organisation mondiale de la santé », dit le Dr Davidsson.

Beatrice dit avoir allaité Beasline pendant 11 mois, mais avoir également commencé à lui donner de la bouillie dès l'âge de 15 jours, pensant bien faire. Elle a également, à trois occasions, donné à Beasline qui venait de naître la « mixture nationale » appelée lock. Le lock est un liquide noir composé d'huile d'olive, de beurre et d'autres ingrédients, dont les Haïtiens pensent qu'il aide les nouveau-nés à éliminer leurs premières selles.

« Le cas de Beasline est fréquent », dit le Dr Joseline Pierre Marhonne, directrice de l'alimentation et de la nutrition au Ministère de la santé et spécialiste de la nutrition des enfants. « C'est culturel : les femmes pensent que le lait maternel ne suffit pas et le complètent d'autres aliments tels que du thé en feuille, du jus, des biscuits salés et de la bouillie », ajoute-t-elle. Involontairement, cette pratique expose les nourrissons à des bactéries et à des virus vecteurs de maladies infectieuses.

« Le lock, c'est ce qu'il y a de pire », dit-elle. « Lorsque les mères commencent par le lock, nous avons des diarrhées et de la malnutrition ».

Le marasme est l'autre forme de malnutrition infantile grave que le Dr Pierre Marhonne voit trop souvent. « Il est dû au manque de nourriture et l'enfant se décharne. On le voit généralement chez des enfants âgés d'un à quatre ans », précise-t-elle.

« Les études de l'AIEA nous aideront à savoir combien de mères pratiquent l'allaitement exclusif. Nous utiliserons les résultats pour améliorer notre politique », dit-elle. Dans le cadre de ces études, il sera fait appel à des isotopes stables pour suivre, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, le processus d'allaitement. C'est une



## Éradiquer la faim

La nutrition est essentielle au bien-être des enfants. Quatre des huit Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) soulignent l'importance d'une nutrition appropriée pour la santé et le développement humains, ce qui en fait l'un des principaux aspects de la lutte contre la pauvreté.

L'AIEA contribue à la réalisation des OMD en aidant, par un appui technique, ses États Membres à combattre les carences nutritionnelles. Les techniques à base d'isotopes permettent d'optimiser les programmes qui visent à améliorer la nutrition,

la santé et le bien-être des nourrissons et des jeunes enfants des pays en développement.

C'est là, peut-être, l'une des meilleures illustrations de la façon dont la science et la technologie peuvent être mises à profit pour atteindre un objectif social – éradiquer la faim.

---

*Lena Davidsson (L.Davidsson@iaea.org) dirige la Section des études de nutrition et d'écologie sanitaire à la Division de la santé humaine de l'AIEA.*

méthode sûre et non invasive. Les mères reçoivent une dose de deutérium (également appelé hydrogène lourd) à boire dans un verre d'eau. Le deutérium se mélange à l'eau corporelle de la mère et est ingéré par le nourrisson à travers le lait maternel. Pendant 14 jours, on prélève des échantillons de salive de l'enfant et de la mère. L'analyse des échantillons montre si le nourrisson consomme de l'eau ou des aliments provenant d'autres sources que le lait maternel, et mesure le lait absorbé par le nourrisson et l'état nutritionnel de la mère allaitante.

Au Ministère de la santé, l'action de l'AIEA se combine à celle que mènent d'autres organisations internationales telles que l'UNICEF, l'Organisation panaméricaine de la santé, l'Agency for International Development des États-Unis et le Programme alimentaire mondial pour réduire la mortalité infantile en Haïti.

Ces dix dernières années, l'AIEA a consacré environ 1,66 million de dollars à l'amélioration de plusieurs programmes nationaux de nutrition. D'ici à 2009, il sera alloué 1,6 million de dollars supplémentaires à des pays tels que l'Afghanistan, Haïti, l'Iraq, l'Érythrée, Madagascar et le Burkina Faso pour former du personnel et renforcer les moyens d'évaluation et de réduction de la malnutrition infantile.

Comme l'a dit Ana María Cetto, directrice générale adjointe de l'AIEA chargée de la coopération technique, Haïti, parmi les pays les moins avancés de la région, a des besoins particuliers. « Ces besoins, nous le savons, sont bien supérieurs à ce que nous pouvons offrir. C'est pourquoi nous devons trouver, pour les aider à se développer, le moyen le plus efficace. La nutrition des enfants est à cet égard essentielle », a-t-elle ajouté.



**Selon Ana María Cetto, directrice générale adjointe chargée de la coopération technique, Haïti, parmi les pays les moins avancés de la région, a des besoins particuliers.** Photo: AIEA

Le Dr Davidsson dit que des projets similaires menés au Brésil et au Ghana ont montré qu'en informant les mères des bienfaits de l'allaitement exclusif, on pouvait retarder ou réduire, jusqu'à l'âge de six mois, l'introduction d'autres aliments ou fluides dans l'alimentation des nourrissons.

Les chances de Beasline, heureusement, sont bonnes, dit le Dr Pierre Marhone. Un régime de qualité l'aidera à récupérer rapidement et à se développer normalement. Il en ira de même du garçonnet aux grands yeux atteint de marasme. « Ce qu'il lui faut, c'est de la nourriture et beaucoup d'amour », dit-elle en lui faisant un câlin.

— Kirstie Hansen, Division de l'information de l'AIEA

# Des réacteurs pour la recherche

Heather Catchpole

Le nouveau réacteur de recherche australien, baptisé OPAL, est l'un des plus avancés au monde.

**E**n 2007, deux événements ont marqué la science australienne : l'inauguration à Clayton du synchrotron Australia, instrument laser capable de percer la structure des molécules les plus infimes, et celle du réacteur OPAL, qu'exploite l'Agence australienne des sciences et techniques nucléaires (ANSTO). Ces installations permettront aux chercheurs de comprendre les structures atomiques en utilisant des neutrons à une échelle non encore disponible en Australie. Elles placent le pays à l'avant-garde de l'étude de la structure de la matière à petite échelle.

Les possibilités de recherche dans les deux installations sont extrêmement vastes, allant de l'analyse nucléaire à des fins d'investigation au diagnostic de maladies en passant par la mise au point de médicaments.

Le réacteur OPAL s'inspire d'éminents réacteurs de recherche tels que ceux de l'Institut Laue-Langevin (ILL) (Grenoble, France) et du Centre for Neutron Research (Maryland, États-Unis). L'ANSTO espère qu'OPAL deviendra l'un des trois premiers réacteurs de recherche au monde.

Il existe, pour produire des neutrons, d'autres solutions que les réacteurs. Le Japon et les États-Unis sont de ceux qui investissent dans les accélérateurs de particules avancés. Le Japon possède 18 réacteurs de recherche, mais construit également la Source japonaise de neutrons de spallation, un accélérateur. D'un point de vue scientifique, les accélérateurs de particules dotés de sources de spallation présentent des







caractéristiques comparables à celles des réacteurs de recherche, ainsi que quelques éléments supplémentaires. La centrale d'Oak Ridge (États-Unis) se couvre des deux côtés, construisant une source de neutrons de spallation tout en modernisant son vieux réacteur à haut flux de 85 MW destiné à la production d'isotopes.

L'une des principales tâches d'OPAL, cependant, c'est-à-dire irradier des matières pour créer des radio-isotopes ou du silicium dopé, est un travail de réacteur qui ne peut être fait avec une source à spallation.

Une autre bonne raison de construire un nouveau réacteur de recherche en Australie était politique. L'une des principales préoccupations de ce pays, selon Ron Cameron, directeur des opérations à l'ANSTO, est de pouvoir participer aux négociations mondiales sur la non-prolifération nucléaire tout en promouvant la fourniture d'uranium.

« Pour notre position dans le monde, s'agissant de recherche et de technologie nucléaires, nous nous devons d'avoir un réacteur avancé », dit-il.

### **Les chercheurs australiens sont enthousiasmés par les possibilités d'OPAL, espérant qu'il révolutionnera, en particulier, la biologie.**

Le fait, en particulier, d'avoir un réacteur avancé aide l'Australie à conserver un siège permanent au Conseil des gouverneurs de l'AIEA. Cela lui confère également de l'influence au sein de l'Accord régional de coopération et du Forum pour la coopération nucléaire en Asie.

Ron Cameron espère qu'OPAL créera d'autres occasions de collaborer avec les chercheurs d'Asie et permettra d'obtenir des fonds pour concevoir des instruments plus avancés. Taiwan a déjà investi dans un spectromètre à axe triple, l'un des neuf instruments mis en service cette année à l'ANSTO.

Les chercheurs australiens sont enthousiasmés par les possibilités d'OPAL, espérant qu'il révolutionnera, en particulier, la biologie. Clarence Hardy, président du Conseil nucléaire du Pacifique et secrétaire de l'Association nucléaire australienne, dit qu'OPAL est le meilleur au monde pour un usage polyvalent.

« C'est vraiment une grande chance pour l'Australie et la science australienne. Il existe peu d'installations de ce type dans le monde et je pense que l'Australie a la possibilité d'être à l'avant-garde de la biologie moléculaire et de la biotechnologie », dit Jill Trehwella, de l'Université de Sydney.

OPAL est un réacteur de 20 MW qui a deux fois la capacité thermique de son prédécesseur, HIFAR. Refroidi à l'eau ordinaire et fonctionnant à l'uranium faiblement enrichi, il est donc plus sûr et produit moins de déchets qu'un réacteur fonctionnant à l'uranium hautement enrichi. De ce fait, cependant, son faisceau de neutrons n'a pas la puissance de celui d'autres installations.





L'intérieur de la salle du réacteur. Photo: ANSTO

# L'UNION FAIT LA FORCE

**E**n avril 2007, Werner Burkart, directeur général adjoint de l'AIEA, s'est joint à John Howard, Premier ministre australien, pour inaugurer à Sydney le réacteur de recherche OPAL, d'un coût de 380 millions de dollars. Ce même jour, l'ANSTO devenait centre collaborateur de l'AIEA. Extrait du discours de M. Burkart :

« L'ANSTO et l'AIEA coopèrent depuis de nombreuses années. Nos intérêts communs, en effet, confirment l'importance que les deux organisations accordent aux techniques nucléaires dans le monde moderne. Le rôle que joue l'ANSTO, éminent centre de recherche, complète parfaitement celui que joue l'AIEA pour ce qui est de promouvoir les sciences nucléaires et, surtout, de mettre les sciences et applications nucléaires au service des pays en développement.

« Pour cela, nous comptons sur l'appui et la coopération des principales institutions nucléaires du monde. L'AIEA et l'ANSTO, par exemple, participent toutes deux à la mise au point de nouveaux radiopharmaceutiques permettant de mieux diagnostiquer et traiter des maladies. Toutes deux s'efforcent de comprendre les processus environ-

nementaux, l'effet des polluants sur les océans et sur les sols, et les changements climatiques.

« L'Agence encourage un développement industriel durable dans les pays en développement. Dans ce domaine également, les moyens ultramodernes de l'ANSTO sont essentiels. Le réacteur de recherche OPAL ouvrira de nouveaux horizons en physique, en chimie, en science des matériaux, en médecine et en ingénierie, et dans de nombreux domaines importants de la technologie nucléaire. L'AIEA se réjouit à la perspective de resserrer et d'améliorer encore cette collaboration.

« En reconnaissance de cette longue coopération entre l'ANSTO et l'AIEA, l'Agence a proposé et le Gouvernement australien a accepté que l'ANSTO soit nommée Centre collaborateur de l'AIEA pour les applications à dispersion de neutrons, ce qui confèrera aux programmes que nous menons dans ce domaine spécialisé une nouvelle valeur.

« Conjointement, nous avons élaboré un plan triennal qui renforcera notre collaboration dans ce domaine et fournira, notamment, des informations et des outils qui permettront de comprendre

Ce qu'il perd en flux neutronique, c'est-à-dire en volume de neutrons produit, OPAL prévoit de le compenser en instruments, avec 17 commandes prévues. Le réacteur possède une source de neutrons froide et en possédera une chaude, ce qui offrira d'importantes possibilités d'expérimentation ; en outre, son long guide de neutrons et sa batterie de détecteurs lui permettent d'obtenir des données finales de précision et de qualité.

OPAL a grandement accru l'attrait de l'Australie comme destination de recherche. Mohana Yethiraj, du Bragg Institute, est récemment passée d'Oak Ridge à OPAL et peut confirmer l'intérêt qu'il présente pour les chercheurs internationaux.

« Il fonctionne parfaitement, chaque jour », dit-elle d'OPAL, qui peut fonctionner 340 jours par an. « C'est une installation flambant neuve ; tout y est donc ultra-moderne ».

« Quitte à se doter d'un réacteur nucléaire, autant s'en doter d'un qui soit à la pointe », dit Greg Storr, directeur des opérations d'OPAL.

« Je pense qu'il est important, pour les pays, d'avoir une capacité nucléaire civile, afin de mieux comprendre [cette technologie]. Sinon, on reste ignorant. »

« [Avec OPAL,] ce pays est mieux placé pour la recherche et pour attirer les gens. C'est en comprenant les choses qu'on améliore l'humanité », dit-il.

---

*Heather Catchpole est une journaliste scientifique indépendante basée à Sydney. Le présent article a été publié dans un supplément de Cosmos magazine ([www.cosmosmagazine.com](http://www.cosmosmagazine.com)).*

## L'Agence australienne des sciences et techniques nucléaires (ANSTO) nommée centre collaborateur de l'AIEA.

le comportement et la composition de divers matériaux, et d'en concevoir de nouveaux aux fins d'applications nucléaires ou non.

« Le partenariat avec les centres collaborateurs nous aide à renforcer et à promouvoir la valeur des techniques nucléaires pour améliorer la qualité et le niveau de vie. L'ANSTO a déjà apporté une précieuse contribution à la science nucléaire et je suis certain qu'en tant que centre collaborateur de l'AIEA, son action trouvera un nouvel écho dans le monde. »

Un centre collaborateur est une institution qui aide l'AIEA à mettre en œuvre son programme en menant des activités de recherche-développement et en proposant des formations spécialisées.

Des institutions telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) disposent de tels centres depuis des années, avec 1400 institutions participantes dans le monde.

Ces trois dernières années, l'AIEA a nommé des centres collaborateurs aux Philippines, en Répu-

blique de Corée, au Brésil, en Malaisie, en Syrie, en Hongrie, en Italie, en Belgique et en Chine.

Pour de plus amples renseignements, consulter le site [www.iaea.org](http://www.iaea.org)



Werner Burkart à l'inauguration du réacteur de recherche OPAL.

Photo: Getty Images

# SHARS

*Une solution commune pour les sources radioactives à risque*

*Jan-Marie Potier*

*& Mohamed Al-Mughrabi*

*Une « cellule chaude » mobile aide les pays à sécuriser et à entreposer en toute sûreté des sources de haute activité retirées du service.*

La crainte d'un usage malveillant de matières radioactives et de ses conséquences pour la population et l'environnement a, ces dernières années, considérablement augmenté. Les histoires de sûreté et de sécurité nucléaires font régulièrement la « une » des journaux, et les gouvernements comme le public sont de plus en plus sensibles à la nécessité de sécuriser ces matières où qu'elles se trouvent. Aussi n'est-il pas surprenant que se renforcent, dans le monde, le contrôle, la comptabilité et la sécurité des sources radioactives.

Or, bien que cette activité soit l'une des priorités des gouvernements, riches ou pauvres, la situation sur le terrain est assez différente. Pour sécuriser des sources retirées du service ou toute autre matière radioactive, il faut utiliser des appareils

spécialisés très onéreux dont ne disposent que les pays développés. C'est là un problème que l'AIEA étudie depuis quelque temps maintenant.

Le concept d'unité mobile de traitement des sources de haute activité retirées du service (SHARS) a été mis au point par l'Unité d'appui technologique de l'AIEA en 2003. Il s'agit, essentiellement, d'une cellule chaude et d'un conteneur de stockage mobiles destinés à récupérer, conditionner et emballer les SHARS. Cette unité permet aux ingénieurs et techniciens d'opérer dans des pays qui n'ont pas les moyens techniques de traiter les sources radioactives. Ainsi, ces sources peuvent être traitées là où elles ont été utilisées.

Encore à l'étude il y a un mois, le concept de cellule chaude mobile est finalement devenu une réalité. Le Fonds pour la sécurité nucléaire de l'AIEA a financé la conception et la fabrication de l'unité mobile. La première unité a été fabriquée et testée par la Nuclear Energy Corporation of South Africa (NECSA) en mars 2007.

*Les sources de haute activité retirées du service (SHARS) sont généralement du cobalt 60 ou du césium 137 utilisés dans des appareils de téléthérapie et du strontium 90 utilisé dans des générateurs de radio-isotopes.*

## Tester la cellule chaude mobile

L'unité construite par la NECSA a été testée dans le cadre d'une opération pilote menée du 12 au 16 mars 2007 en Afrique du Sud. Ses débuts furent un succès, qui a ouvert la voie





## Le concept de « cellule chaude » mobile de l'AIEA a été mis au point et testé en Afrique du Sud.

Photo : M. Al-Mughrabi

à la réalisation d'études plus poussées avant la fin de 2007. En fait, l'expérience menée en Afrique du Sud a conclu les phases II et III du projet et a permis d'utiliser l'unité dans d'autres pays d'Afrique.

Pour la démonstration à froid, on a soumis une fausse source à l'ensemble de la procédure : récupération, soudage, contrôle d'étanchéité, puis placement final dans l'enceinte de stockage à long terme (ESLT). Une source de 2120 Ci a ensuite été extraite de son blindage, soumise à un contrôle d'étanchéité, enrobée, puis placée dans l'ESLT.

Pendant cette démonstration, on a placé la source contre les quatre parois de la cellule chaude et l'on a mesuré, de l'extérieur, le débit de dose à divers endroits de la cellule. Les débits de dose se sont révélés conformes aux valeurs jugées acceptables par les normes internationales. On a également mesuré le débit de dose pendant le transfert de la source de son tiroir vers l'ESLT située en dehors de la cellule chaude. Ces mesures se sont également révélées acceptables et normales.

L'opération pilote menée en Afrique du Sud a été suivie par une équipe internationale d'experts (Royaume-Uni, États-Unis, Belgique, Soudan et Tanzanie). Cette équipe a attesté

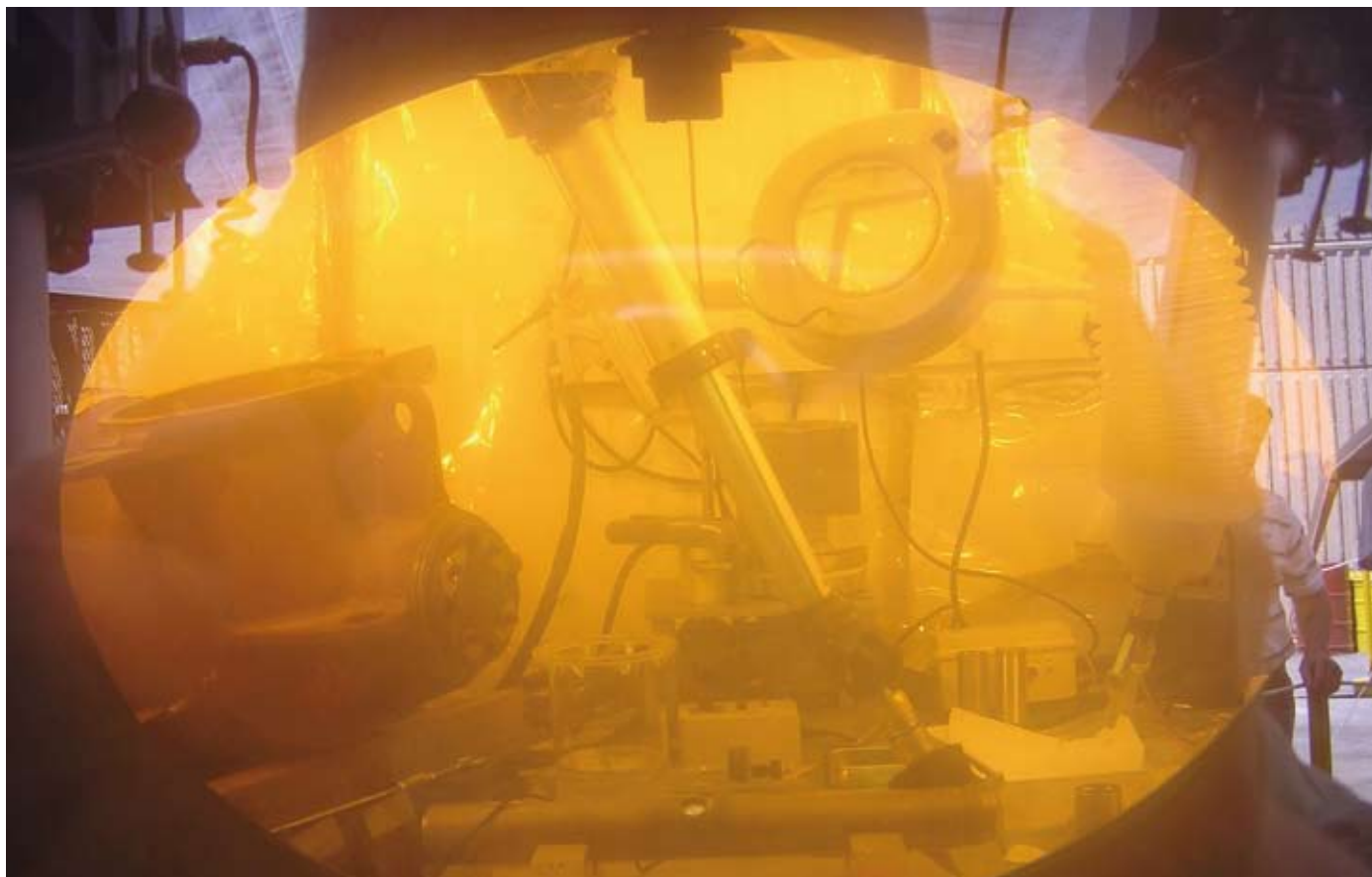
que la cellule permet de récupérer, manipuler et conditionner des sources scellées de haute activité dans des pays qui n'ont pas les moyens techniques de le faire.

La démonstration technique a également établi que l'équipe de la NECSA était parfaitement à même de mener en toute sûreté les opérations requises. Aux fins de l'opération pilote, l'unité mobile a été homologuée par le Ministère sud-africain de la santé.

### De grandes avancées

La réussite technique de la démonstration sud-africaine a permis de lancer une nouvelle phase de mise au point de l'unité mobile. Bientôt, l'équipe de la NECSA utilisera la cellule chaude dans d'autres pays d'Afrique pour traiter des sources retirées du service qui ne peuvent être rapatriées. Plus d'une dizaine de pays d'Afrique ont déjà émis le souhait de voir leurs sources récupérées, conditionnées et sécurisées de cette façon. Il est prévu d'étendre le projet en Asie et en Amérique latine.

Plusieurs pays ont déjà émis le vœu que se mette en place une infrastructure régionale similaire pour aider à résoudre le problème des sources radioactives scellées retirées du



Vue rapprochée d'éléments de la « cellule chaude » mobile.

Photos: M. Al-Mughrabi

service. Avec l'appui de la communauté internationale, la plupart des problèmes que posent ces sources pourraient être résolus en une décennie, ce qui serait un grand progrès.

Les activités qui seront menées prochainement en Afrique représentent une nouvelle phase, dans laquelle les sources radioactives seront traitées dans les pays en développement comme elles le sont dans les pays développés. La démonstration sud-africaine a montré pour la première fois que des sources de haute activité peuvent être traitées sur place dans un pays en développement. C'est un grand progrès pour l'AIEA et ses partenaires, et un signe que la sécurité et la

sûreté nucléaires peuvent être assurées par tous les pays, riches et pauvres.

---

*Jan-Marie Potier (J.M.Potier@iaea.org) est chef de section à la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets de l'AIEA.*

*Mohamed Al-Mughrabi (M. Al-Mughrabi@iaea.org) est chef d'unité dans la même Division.*



# Sur la trace des rayons gamma

**Des équipes de premiers secours et d'intervention d'urgence du monde entier testent leurs compétences dans le cadre d'un exercice organisé par les centres de recherche autrichiens en coopération avec l'AIEA et l'École de défense NBC de l'Armée autrichienne.**



Du 16 au 20 avril 2007, sur le site Tritolwerk à Wiener Neustadt (Autriche), des équipes d'intervention d'urgence ont testé leurs compétences dans le cadre d'un exercice intitulé « Spectrométrie gamma et débitmétrie de dose in situ dans des situations d'urgence ». Ces équipes ont traité des scénarios tels qu'un attentat terroriste faisant intervenir des sources radioactives.

Des experts de l'AIEA spécialisés dans les interventions d'urgence et la mesure des rayonnements ont pris part à l'exercice.





Ont participé à l'exercice 169 experts répartis en 57 équipes provenant de 23 pays aussi éloignés que l'Australie, Israël, le Canada et l'Iran. Plus de 120 secouristes y ont reçu une formation, tandis qu'une vingtaine d'observateurs assistaient à la manœuvre afin d'en tirer des enseignements.



Les équipes ont utilisé, au total, plus de 30 laboratoires mobiles. Les participants venaient d'horizons divers : organismes publics, instituts de recherche, sociétés commerciales et centrales nucléaires. Des représentants de six vendeurs d'appareils de détection des rayonnements étaient également présents.



L'exercice a été divisé en dix tâches : neuf mesures de sources artificielles et un prélèvement d'environnement. Les équipes devaient mener chaque tâche dans un temps donné. Le ruban noir et jaune, déployé autour de plusieurs endroits, marquait les zones « contaminées ».





Pendant l'exercice, les équipes ont utilisé une grande diversité d'appareils et de méthodes de surveillance, en fonction des tâches qu'elles devaient accomplir. Des compteurs portables, tels ceux montrés ici, ont été utilisés pour déterminer la présence d'une source et la localiser sur le terrain.



En fonction de la nature de la tâche, les sources radioactives étaient enfouies dans le sol, cachées ou laissées en vue. L'environnement du site de Tritolwerk, cependant, n'a subi aucune contamination, toutes les sources étant hermétiquement scellées.



Parmi les appareils les plus prisés de la communauté scientifique, les spectromètres au germanium (à gauche) ont une bonne résolution, mais une faible efficacité. Les spectromètres à l'iodure de sodium, quant à eux, sont plus efficaces, mais ont une moins bonne résolution. Les deux types d'appareil ont été largement utilisés par les équipes.





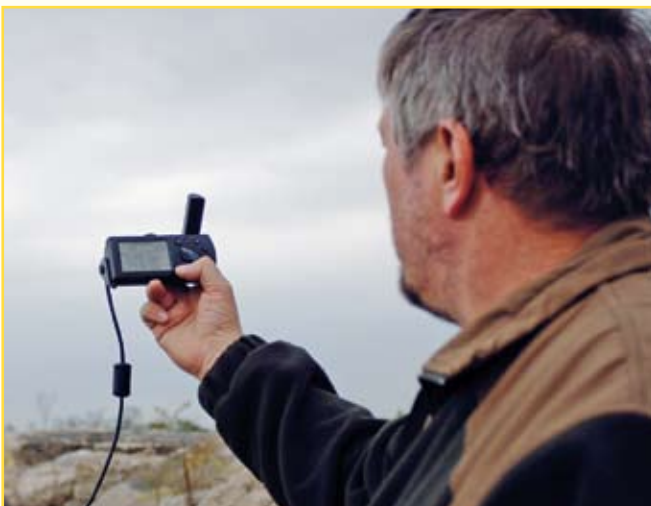
Pour refroidir les cristaux des spectromètres, on utilise généralement de l'azote liquide. Un conteneur était disponible sur le site pour permettre aux équipes de recharger leurs réservoirs.

Les appareils utilisés pendant l'exercice n'avaient pas tous besoin d'être refroidis à l'azote liquide. Les spectromètres au bromure de lanthium, par exemple, fonctionnent selon un principe différent. Les cristaux n'ont pas besoin d'être refroidis, mais ils doivent fonctionner dans l'obscurité totale. D'où l'enveloppe noire qui recouvre les cristaux sur la présente image.

Grâce à leur taille réduite et au fait qu'ils n'ont pas besoin de refroidissement, les spectromètres au bromure de lanthium sont particulièrement appréciés des équipes qui opèrent dans des zones isolées.



Certaines tâches ont combiné plusieurs techniques de détection. Dans le cadre de la tâche 1, par exemple, il a été demandé aux équipes de cartographier les débits de dose dans une zone donnée et de tracer des courbes d'isodoses. Les spécialistes ont dû utiliser un débitmètre associé à un récepteur satellite GPS.



Dans le cadre de la tâche 2, il fallait, tout en circulant en voiture, localiser, quantifier et identifier des sources gamma inconnues.





Dans son intégralité, l'exercice a simulé des scénarios réels. Parfois, les équipes ont dû protéger leur matériel contre les éléments, comme elles pourraient avoir à le faire dans une situation réelle.

Dans le cadre d'une autre tâche, les équipes devaient quantifier et identifier des sources radioactives présentes dans quatre fûts. L'exercice reproduisait un scénario dans lequel les équipes de terrain sont confrontées à des sources difficiles à atteindre. Certaines équipes ont choisi d'utiliser des spectromètres fixés sur une perche télescopique pour effectuer la mesure.

Pour déterminer la profondeur à laquelle une source était enfouie, les équipes ont effectué deux mesures à différentes hauteurs du sol. L'écart des résultats a indiqué aux chercheurs à quelle profondeur ils devaient creuser pour récupérer la source.



Dans la vie réelle, il faut, avant de découvrir une source enfouie, l'identifier et la mesurer. La nature de la source, en fait, influence la procédure que l'on pourra suivre pour la récupérer.

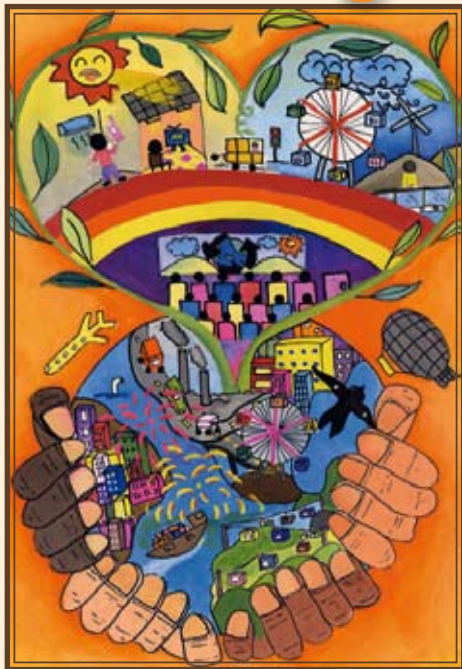


Rodolfo Cruz-Suarez, qui dirige les Services de surveillance dosimétrique individuelle de l'AIEA, s'adresse aux journalistes qui ont couvert l'exercice : « Cet exercice correspond parfaitement à la volonté qu'a l'AIEA d'appuyer, de concevoir et de promouvoir un régime de sûreté mondial ».



Des enfants du monde entier ont exprimé ce que l'énergie signifie pour eux dans le cadre d'un concours de peinture organisé par l'AIEA à l'occasion de son 50<sup>e</sup> anniversaire. Ce concours avait pour thème

# L'énergie dans notre monde



1<sup>er</sup> prix: **Baignons le monde dans une énergie verte**

Cheng Cin Min Michelle (12 ans), de Hong Kong (Chine)

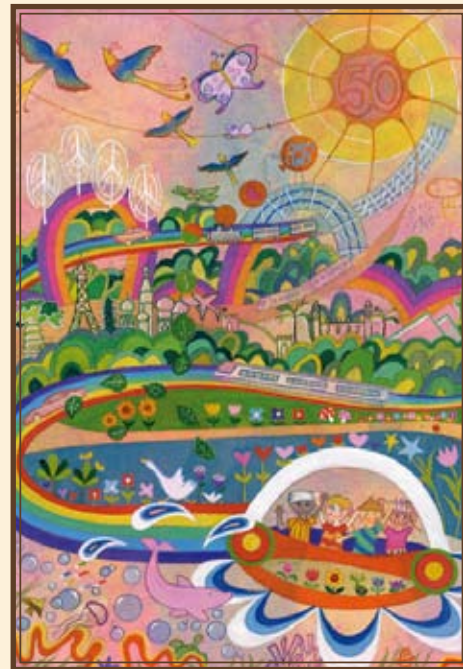
«J'ai dessiné tous les types d'énergie qu'on trouve sur la Terre. J'ai donc dessiné une Terre avec plein d'énergie dessus. Il y a un olivier qui pousse comme un cœur au-dessus de la Terre. Dans cet olivier, il y a beaucoup de gens qui utilisaient l'énergie de la Terre, comme des climatiseurs, des bus, le téléphone, un panneau solaire, un ascenseur, un escalator et une éolienne. Et en bas de la Terre, ils étaient tous de pays différents. Ça veut dire que nous devons tous aimer l'énergie de notre Terre, sinon, il n'y en aura plus à utiliser.»



2<sup>e</sup> prix: **L'énergie dans l'esprit d'un enfant**

Jerrika C. Shi (10 ans), des Philippines

«Dans mon dessin, un enfant apprend beaucoup de choses sur la façon dont l'énergie fonctionne en lisant des livres. Comme la façon dont les cellules solaires utilisent l'énergie du soleil pour produire de la chaleur et de l'électricité; le fait que des centrales peuvent utiliser les chutes d'eau, les vagues et les marées pour produire de l'électricité; et la façon dont des éoliennes mues par le vent peuvent produire de l'électricité et pomper de l'eau.»



3<sup>e</sup> prix: **Quel monde merveilleux! (avec une énergie propre)**

Ho Charlotte Sie Wing (13 ans), Chine

«L'énergie façonne notre environnement et notre société depuis très longtemps. L'homme ayant besoin de voyager plus facilement d'un endroit à l'autre, l'innovation et la technologie ont produit différents moyens de transport afin de satisfaire ce souhait. L'énergie, cependant, est nécessaire pour déplacer les dirigeables, les voitures, les locomotives et les avions... Ce dessin parle de la beauté qu'il y a à utiliser l'énergie potentielle de la nature tout en maintenant et, éventuellement, améliorant la qualité de vie sur cette planète où nous sommes tous chez nous.»

*Ces dessins ont été jugés les meilleurs des plus de 130 peintures reçues d'écoliers du monde entier. Ils montrent que la jeunesse d'aujourd'hui est consciente non seulement de l'importance que revêt l'énergie dans nos vies, mais aussi de la nécessité de protéger la planète lorsqu'on la produit. Pour voir les 12 meilleurs dessins retenus, consulter le site [www.iaea.org](http://www.iaea.org)*