

Coopération régionale en Asie et dans le Pacifique: planification de l'énergie, de l'électricité et du nucléaire

Un programme de coopération technique de l'AIEA guide les pays bénéficiaires dans l'analyse de leurs options énergétiques

par J. Easey
et P. Molina

Depuis cinq ans, les pays de la région Asie et Pacifique étudient ensemble leurs situations énergétiques futures dans le cadre d'un programme de coopération de l'AIEA. Une série d'ateliers et de stages ont été organisés en vertu de l'Accord régional de coopération (RCA) pour la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires, accord qui est entré en vigueur en 1972. Quinze pays d'Asie et du Pacifique s'y sont ralliés — Australie, Bangladesh, Chine, Inde, Indonésie, Japon, Malaisie, Mongolie, Pakistan, Philippines, République de Corée, Singapour, Sri Lanka, Thaïlande et Viet-Nam.

Au cours des dernières décennies, nombre d'activités de ce genre ont été déployées, principalement dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie, de la médecine, de la radioprotection et de la science nucléaire fondamentale. En 1987, le programme s'est vu adjoindre un projet sur la planification de l'énergie et du nucléaire, dont l'objet principal était d'enseigner l'emploi de deux modèles de planification, à savoir le modèle d'analyse de la demande d'énergie (MAED) et le modèle viennois de planification automatique des systèmes (WASP). Initialement prévu pour une période de quatre ans, le projet s'est prolongé en fait jusqu'à la fin de 1992. En juillet 1993, les participants réunis à Djakarta ont recommandé de le prolonger encore.

Nous passerons ici en revue les activités menées au titre de l'Accord régional de coopération et celles qui ont été recommandées pour la phase suivante du projet.

M. Easey est coordonnateur de l'Accord régional de coopération (RCA) de l'AIEA pour la recherche, le développement et la formation dans le domaine de la science et de la technologie nucléaires, Département de la coopération technique, et M. Molina est membre de la Division de l'énergie d'origine nucléaire, AIEA.

Contexte économique et énergétique

Au cours des dix dernières années, les pays signataires de l'accord régional ainsi que quelques autres pays de la région ont connu une croissance économique beaucoup plus rapide que celle des autres régions du monde. Il en a résulté une amélioration des conditions de vie et, logiquement, une augmentation de la demande de produits et de services. Ce phénomène et d'autres facteurs encore ont contribué à accroître la demande d'énergie en général, et d'électricité en particulier, dans toute la région dont certains pays ont connu des taux de croissance annuels vraiment très élevés.

Les statistiques générales indiquent les étonnantes performances économiques des pays parties à l'accord régional mais ce qu'il faut considérer ce sont les chiffres par habitant (*voir les tableaux*). On constate alors de grandes différences entre ces divers pays. Le produit intérieur brut (PIB) par habitant, par exemple, varie entre 130 dollars environ (dollars des Etats-Unis de 1980) pour le Viet Nam à environ 13 000 dollars pour l'Australie et le Japon.

De même, la consommation d'énergie par habitant en 1991 varie considérablement d'un pays à l'autre. En haut de l'échelle se situent Singapour avec 6667 kg d'équivalent pétrole (kgep) et l'Australie avec 5033,5 kgep, tandis qu'à l'autre extrême on trouve le Bangladesh avec 77,4 kgep et le Viet Nam avec 148,4 kgep. En 1991, la moyenne pour les pays participants s'établissait à quelque 676 kgep, soit moins de la moitié de la moyenne mondiale qui était cette année-là de 1583 kgep.

La production d'électricité par habitant accusait aussi de fortes variations d'un pays à l'autre en 1991. Comparons par exemple l'Australie (8533 kWh) et le Japon (7129 kWh) avec le Bangladesh (67,1 kWh) et le Viet Nam (120 kWh). Il est intéressant de noter en passant les chiffres élevés pour Singapour (5725,4 kWh) et la Mongolie (1291,7 kWh). Il n'en reste pas moins que la moyenne de la consommation

d'électricité par habitant dans les pays participants était de 817,4 kWh, alors que la moyenne mondiale s'établissait à 2195 kWh en 1991.

Une des explications de l'impressionnante croissance économique de l'Asie pourrait être la configuration des échanges commerciaux à l'intérieur de la région. Leur volume ne cesse de croître et l'on pense qu'il dépassera celui du commerce avec les autres régions du monde dans l'avenir. La région y gagnera en autonomie. On prévoit que la croissance économique de l'Asie continuera pendant quelques années encore, ce qui influera beaucoup sur la demande d'énergie en général, et d'électricité en particulier.

Le développement économique à lui seul exigera un supplément d'énergie pour produire les biens et les services qui devraient normalement alimenter l'expansion du secteur des exportations. Il faudra aussi davantage d'énergie pour répondre aux besoins particuliers de la population.

On s'attend à ce que la proportion d'électricité dans la demande totale d'énergie augmente dans toute la région. Le même phénomène s'est produit dans les pays industriels. Nombre de pays d'Asie sont en voie d'industrialisation, ce qui appelle la construction d'usines modernes nouvelles qui consomment davantage d'électricité. De plus, la politique d'électrification multipliera les initiatives visant à amener le fluide dans les villages qui en sont encore privés. De ce fait, la consommation d'énergie par habitant tendra à son tour à augmenter à mesure que la population développera son équipement électroménager.

Quant à la demande, on sait que la région dispose de réserves d'énergie suffisantes pour y faire face. Le problème n'est cependant pas si simple. Premièrement, les ressources ne sont pas également réparties dans la région, ni même à l'intérieur d'un même pays. En outre, les principaux centres de consommation sont bien souvent situés loin du gîte des réserves. Le problème se complique encore dans les pays dont la situation géographique est particulière (insularité) ou dont les réseaux de transport sont insuffisants.

Ces circonstances expliquent la nécessité de planifier avec soin l'implantation des futures installations de production d'énergie et d'électricité.

Jusqu'à présent, les pays de la région s'y sont appliqués. Toutefois, il leur faudra redoubler d'efforts dans l'avenir, car les réserves d'énergie primaire se feront plus rares tandis que la demande continuera d'augmenter. En outre, les investissements dans le secteur énergétique auront à faire à la forte concurrence de ceux qu'exige le développement socio-économique général dans les domaines de la santé et de l'enseignement, par exemple. A cela s'ajoute la difficulté de trouver le juste équilibre entre l'offre et la demande d'énergie compte tenu de l'importance croissante des considérations écologiques.

En ce qui concerne l'électricité, toutes les chaînes de production devront être soigneusement évaluées,

Taux annuels moyens de croissance des pays parties au RCA (1980-1991)

Pourcents	Population	PIB 1980-1990	Consommation d'énergie	Production d'électricité
Australie	1,52	3,21	2,08	4,00
Bangladesh	2,56	3,45	5,95	11,60
Chine	1,48	8,73	4,49	7,63
Inde	2,07	5,74	5,09	9,74
Indonésie	2,00	4,70	3,94	11,28
Japon	0,55	4,25	2,30	4,41
République de Corée	1,27	8,71	6,56	11,78
Malaisie	2,65	5,95	7,40	9,96
Mongolie	2,78	6,05	2,49	7,59
Pakistan	3,27	6,15	6,33	11,21
Philippines	2,49	1,72	2,04	1,98
Singapour	1,15	6,98	4,88	8,31
Sri Lanka	1,49	4,25	2,76	6,66
Thaïlande	1,56	7,49	5,75	12,03
Viet Nam	2,18	4,54	0,19	6,89
Moyenne pour les pays RCA	1,80	5,33	3,97	6,53

Produit intérieur brut (PIB), consommation d'énergie et production d'électricité, par habitant, dans les pays parties au RCA

	PIB (dollars de 1980)		Consommation d'énergie (kg d'équivalent pétrole)		Production d'électricité (kWh)	
	1980	1990	1980	1991	1980	1991
Australie	10 674	12 595	4 735	5 033	6 542	8 533
Bangladesh	171	186	54	774	29	73
Chine	293	584	473	652	288	549
Inde	251	356	239	329	161	358
Indonésie	517	670	422	519	90	233
Japon	9 068	13 006	2 953	3 573	4 708	7 129
République de Corée	1 637	3 318	1 156	2 024	997	2 956
Malaisie	1 779	2 439	760	1 252	697	1 486
Mongolie	835	1 142	1 424	1 380	781	1 292
Pakistan	328	431	222	306	172	389
Philippines	724	669	457	435	356	337
Singapour	4 853	8 494	4 478	6 667	2 700	5 725
Sri Lanka	279	364	242	278	111	192
Thaïlande	688	1 211	522	813	310	913
Viet Nam	105	132	184	148	73	120
Moyenne pour les pays RCA	842	1 183	536	676	496	817

Note: Chiffres arrondis.

surtout parce que l'on s'attend à voir augmenter sa part de la production totale d'énergie. Il conviendrait en particulier d'étudier l'impact écologique des installations qui brûlent des combustibles fossiles. Quant aux sources d'énergie renouvelables et à l'énergie nucléaire, bien qu'on les juge généralement plus douces pour l'environnement, elles devraient faire l'objet d'une évaluation portant sur leurs exigences industrielles, les combustibles nécessaires à la fabrication de leurs composants et à leur construction, au traitement et à la fabrication de leurs propres combustibles et à l'élimination des déchets. En

**Réacteurs
de puissance
dans les pays
parties au RCA**

	Réacteurs de puissance				Part nucléaire de l'électricité totale		Durée d'exploitation	
	En exploitation		En construction		TWh électriques	% du total	Années	Mois
	Nombre d'unités	Puissance nette en MWe	Nombre d'unités	Puissance nette en MWe				
Total mondial	424	330 651	72	59 720	2027,4	16,7	6479	9
Pays RCA:								
Chine	1	288	2	1 812	0,5	0,1	1	1
Inde	9	1 593	5	1 010	5,6	3,3	101	3
Japon	44	34 238	9	8 129	217,0	27,7	556	11
République de Corée	9	7 220	3	2 520	56,5	43,2	72	1
Pakistan	1	125	0	0	0,5	1,2	21	3
Total RCA	64	43 464	19	13 191	280,1	17,2	752	7
Pourcentage du total mondial	15,1	13,1	26,4	22,6	13,8			11,6

d'autres termes, ces évaluations comparées devront porter non seulement sur le combustible consommé par l'installation, mais aussi sur tous les aspects de l'emploi de ce combustible, et aussi sur la construction même de l'installation. A cet égard, une centrale nucléaire présente l'avantage de ne rejeter pratiquement rien dans l'atmosphère, comparée à une centrale à combustible fossile. En revanche, l'élimination du combustible nucléaire épuisé pose des problèmes.

Actuellement, une bonne part de l'électricité produite dans les pays participants à l'accord régional de coopération est assurée par des centrales à hydrocarbures et il en sera de même dans l'avenir. Pour le moment, les centrales nucléaires ne représentent environ que 10% de la puissance installée totale de la région et près de 12% de la production totale d'électricité. Cela est dû en grande partie à la puissance installée nucléaire du Japon et de la République de Corée (voir le tableau). Cinq pays participants seulement exploitent des centrales

nucléo-électriques (Chine, Inde, Japon, Pakistan et République de Corée). A la fin de 1992, ces pays exploitaient 64 réacteurs d'une puissance totale nette de 43 464 MWe, soit 13% environ du total mondial. Ces mêmes pays ont mis par ailleurs en chantier 19 réacteurs d'une puissance totale nette de 13 191 MWe. Si ces installations sont mises en service dans les délais prévus, elles porteront la part de ces pays à quelque 15% de la capacité mondiale en l'an 2000.

Au-delà de cette date, cette part continuera d'augmenter par suite de l'adoption de l'option nucléaire dans quelques autres pays. L'Indonésie, par exemple, procède actuellement à l'étude de faisabilité d'un projet de centrale nucléaire dont la mise en service est prévue pour 2005. Des études analogues seront probablement entreprises par d'autres pays (voir l'article de ce bulletin sur ce sujet).

Les tendances actuelles donnent à penser que l'énergie d'origine nucléaire apportera certainement une importante contribution au développement des

**Estimations de
la consommation
mondiale
d'énergie,
d'électricité
et d'énergie
d'origine nucléaire**

Région	1992			2000 (estimation)			2010 (estimation)		
	Energie totale (EJ)	Part de l'électricité (%)	Part nucléaire de l'électricité (%)	Energie totale (EJ)	Part de l'électricité (%)	Part nucléaire de l'électricité (%)	Energie totale (EJ)	Part de l'électricité (%)	Part nucléaire de l'électricité (%)
Amérique du Nord	92,1	38,2	7,3	94-95	40-43	7,2-7,3	95-99	43-50	7,3-7,4
Amérique latine	23,7	27,5	0,5	30-32	30-31	1,0-1,1	40-45	35-36	1,0-1,2
Europe occidentale	60,2	38,8	11,9	63-64	42-43	12	66-68	47-50	10-13
Europe orientale	70,9	29,2	3,5	72-73	32-34	4,3-5,1	73-76	35-40	5,2-7,5
Afrique	15,5	20,8	0,6	20-21	21-22	0,5	28-30	22-23	0,4-1,0
Moyen-Orient et Asie du Sud	27,3	21,5	0,2	34-35	24	0,5-0,7	45-49	27-28	0,5-0,9
Asie du Sud-Est et Pacifique	13,6	24,4		17-18	27		23-25	31-32	0,2-0,8
Extrême-Orient	62,7	30,6	4,7	73-76	33-34	5,8-6,5	90-98	35-38	6,1-7,8
Total mondial	366,0	32,1	5,3	403-414	34-35	5,5-5,8	460-490	37-40	5,2-6,4

Source: Collection Données de référence 1 de l'AIEA (Juillet 1993).

pays participants. Il faudra cependant veiller à soigner la planification tant de la construction des centrales que de leur exploitation et de leur sûreté ultérieures. Pour cela, les décisions devront être prises en temps utile. La planification revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit de connecter une première centrale nucléaire à un réseau.

Le projet RCA de planification de l'énergie

Approuvé en 1987, ce projet s'inscrit dans le cadre du programme régional de coopération.

Il a essentiellement pour objet de stimuler la coopération régionale en matière de planification de l'énergie et de l'électricité nucléaires en familiarisant les pays parties à l'accord avec les modèles informatiques MAED et WASP, de l'AIEA. Des ateliers, des cours et autres activités ont été organisés à cette fin.

Ateliers. Le premier a eu lieu à Djakarta, Indonésie, du 7 au 11 décembre 1987 et s'est occupé avant tout du modèle WASP. Il visait principalement l'échange d'informations et d'expériences entre les divers pays concernant l'application du modèle à la planification du développement des réseaux électriques, y compris de l'énergie d'origine nucléaire. Il cherchait aussi à déterminer s'il fallait apporter des améliorations à la méthode WASP pour mieux l'adapter aux besoins des pays intéressés.

Trois autres ateliers lui ont fait suite: le premier, réuni à Kuala Lumpur, Malaisie, du 5 au 9 décembre 1988 a traité simultanément des modèles MAED et WASP; les deux autres, à Beijing, Chine, du 4 au 8 septembre 1989, et à Daejon, République de Corée, du 27 au 31 août 1990, ont discuté en plus de l'importance des problèmes écologiques liés à la planification de l'énergie et du parc électrique.

A chacun de ces ateliers, les participants ont exposé la situation de l'énergie, de l'électricité et de l'énergie d'origine nucléaire dans leurs pays respectifs. Ils ont ainsi pu échanger des données concrètes qui leur ont permis de dégager ensemble les principaux problèmes et de recommander les dispositions à prendre. Ils ont estimé que les modèles MAED et WASP étaient d'excellents outils pour planifier et ils ont recommandé que l'on organise des cours régionaux de formation spécialisée à l'intention des experts de la région.

Cours de formation. Deux séries de cours régionaux ont été organisées dans le cadre du projet RCA.

La première série, issue des recommandations des ateliers, a porté sur la planification du développement des réseaux électriques. Le premier cours s'est tenu au Centre pour le développement de l'Asie et du Pacifique, à Kuala Lumpur, Malaisie, invité par le Gouvernement de la Malaisie et par le Centre, avec la participation financière de la Banque asiatique de développement (BAD). Il bénéficia aussi de l'appui de la Banque mondiale (BIRD) et de la

Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique (CESAP). Le second cours a eu lieu dans les locaux de la Compagnie des eaux et de l'électricité de Lahore, Pakistan, sous les auspices du Gouvernement du Pakistan et de la Commission de l'énergie atomique de ce pays, avec la contribution financière de la Banque asiatique. Il a également bénéficié de l'appui de la CESAP et du Gouvernement du Canada par le biais d'un projet de l'Agence canadienne pour le développement international exécuté pour le Pakistan par ACRES International Ltd.

Ces cours ont insisté en particulier sur les rapports entre la planification de l'énergie, y compris de la production d'électricité, et d'autres secteurs de l'économie. De plus, les participants ont été formés à l'application de la méthodologie de l'AIEA pour la planification de l'expansion des réseaux électriques, et du programme informatique WASP-III, dans sa version pour ordinateurs individuels. Lors de chaque cours, des équipes de deux ou trois participants d'un même pays ont présenté des monographies fondées sur leurs données nationales. Des exposés ont été faits par des spécialistes de pays de la région et d'ailleurs, et aussi de la BAD, de la CESAP, de la BIRD et de l'AIEA. En tout, 58 planificateurs de l'énergie et des réseaux électriques venant de dix pays RCA ont assisté à ces cours.

La seconde série de cours a été organisée grâce à une contribution spéciale de la République de Corée. Le thème principal était la planification et l'exécution des projets nucléo-électriques. Ces cours de trois semaines, organisés entre 1988 et 1991 par l'Institut de recherche sur l'énergie atomique de Corée, à Daejon, ont porté notamment sur une série de sujets précis tirés de l'expérience coréenne. Au total, 64 spécialistes, dont 54 venant de 11 pays RCA, ont assisté à ces cours. La plupart d'entre eux avaient une grande expérience de la science et de la technologie nucléaires. Ces cours visaient avant tout à enseigner aux participants des compétences et des méthodes pratiques concernant la gestion des centrales nucléaires, depuis les études de faisabilité et l'examen des offres jusqu'à l'exploitation industrielle. Le cours final a porté plus spécialement sur l'organisation, l'infrastructure industrielle et la constitution du personnel, composantes essentielles pour se lancer dans un programme d'équipement nucléo-électrique.

La plupart des enseignants ont été fournis par la République de Corée; il s'agissait de spécialistes de l'Institut de recherche sur l'énergie atomique et de divers autres organismes tels que la Compagnie d'électricité de Corée, la Société coréenne d'ingénierie électrique, la Société coréenne de construction d'industries lourdes, et les universités. Lors de chaque cours, des débats ont eu lieu sur des thèmes particuliers pour mettre en lumière l'expérience acquise avec différentes approches de la planification de programmes nucléo-énergétiques. Il y eut aussi

des visites de sites nucléaires et associés et des démonstrations pratiques de technologie, notamment de simulateurs de centrales.

Suite du projet

Lors d'une réunion tenue en juillet 1993, les participants au projet RCA ont examiné les besoins et les orientations futurs. Ils étaient les hôtes du Gouvernement indonésien et la réunion était organisée par l'Agence nationale pour l'énergie atomique, à son site de Pasar Jumat. Y ont assisté les coordonnateurs nationaux représentant l'Australie, le Bangladesh, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, la Mongolie, le Pakistan, les Philippines, la République de Corée, le Sri Lanka, la Thaïlande et le Viet Nam.

Passant en revue le projet, ils ont conclu d'un commun accord que sa première phase était très utile en ce qu'elle avait permis de pratiquer la méthodologie WASP et de procéder à un échange régional de l'expérience acquise en matière de planification de l'énergie, de la production d'électricité et du nucléaire. Ils ont estimé que cet apport à leurs moyens d'analyse devait être exploité plus à fond sur le plan national et qu'il fallait pour cela continuer de former des cadres selon le principe de la «formation des formateurs» et améliorer la qualité de l'information contenue dans les bases de données nationales de façon à obtenir des résultats justes. Ils ont aussi pensé que le projet pourrait contribuer positivement à l'élaboration de stratégies efficaces

pour la mise en œuvre de programmes nucléo-électriques.

Les coordonnateurs nationaux ont recommandé de prolonger le projet de cinq ans tout en précisant deux objectifs techniques pour la coopération dans l'avenir:

- Améliorer la fiabilité et la qualité des méthodes de projection, de planification et d'analyse dans la région en ce qui concerne les besoins futurs en énergie et en électricité et leur impact.
- Faciliter la mise en œuvre des programmes nationaux d'équipement nucléo-électrique en groupant et en analysant l'information sur les stratégies efficaces appliquées par les pays parties à l'accord.

Pendant la présente décennie, et au-delà, ces pays devront continuer de renforcer leurs moyens de production d'électricité. Il est, et sera toujours, de la plus haute importance d'assurer une planification bien conçue. Le projet RCA ne manquera pas de faciliter le processus d'analyse et d'évaluation nécessaire à cette fin.



Une équipe examine le plan panoramique de la première centrale nucléaire de la République de Corée, à Kori, en 1974. Le pays possède aujourd'hui neuf réacteurs qui assurent plus de 40% de la production d'électricité du pays.