

La production d'électricité dans les pays d'Europe centrale et orientale: le rôle de l'énergie nucléaire

Les pays de la région doivent décider comment répondre à la demande latente d'électricité

par
B.A. Semenov,
P. Dastidar et
L.L. Bennett

Electricité et qualité de la vie sont étroitement liées. En Europe centrale et orientale (ECO), la demande d'électricité d'un vaste secteur résidentiel n'est pas satisfaite et nul doute que le développement économique activera la consommation d'électricité du secteur industriel.

Les pays qui faisaient autrefois partie du bloc oriental où était appliqué un système d'économie planifiée assez rigide se sont dotés d'un équipement nucléo-énergétique considérable pour assurer leur production électrique. A mesure que ces pays procèdent à leurs réformes politique et économique se pose la question de savoir comment cette évolution influencera le développement futur de cette source d'énergie.

Nous examinerons la situation sous divers aspects. Nous considérerons d'abord l'offre et la demande d'électricité dans la région et l'état actuel des programmes nucléaires pour examiner ensuite plus en détail les principales questions relatives à l'énergie nucléaire et aux autres sources d'électricité, ainsi que le rôle que peut jouer l'AIEA en ce qui concerne la planification, le développement et la sûreté du secteur nucléo-électrique de la région.

Demande et offre d'électricité

La consommation d'électricité de l'ECO a constamment augmenté au cours de la dernière décennie

M. Semenov est directeur général adjoint de l'AIEA chargé du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires; M. Dastidar est directeur de la Division de l'énergie d'origine nucléaire et M. Bennett est chef de la Section de la planification et des études économiques. Mme Evelyn Bertel, membre de cette section, a également contribué à la rédaction de cet article.

mais à un rythme plus lent que dans d'autres régions du monde. Entre 1960 et 1990, alors qu'elle était de 2,3% dans les pays de cette région, la croissance annuelle de la production électrique était de 2,7% dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et de 6,8% dans les pays en développement.

En 1990, la consommation d'électricité de l'ECO a atteint quelque 2300 térawattheures (TWh), soit environ 20% de la consommation mondiale qui était, cette année-là, de 11 600 térawattheures. La part de l'électricité de la consommation d'énergie primaire de la région est d'environ 28% tandis qu'elle est de 38% dans les pays de l'OCDE et de 24% dans les pays en développement. La consommation annuelle par habitant dans cette même région est de quelque 5,4 mégawattheures (MWh), c'est-à-dire bien moindre que dans les pays de l'OCDE où elle atteint 7,7 MWh, mais bien supérieure à celle des pays en développement où elle n'est que de 0,7 MWh.

Dans toute la région, la demande d'électricité future sera dominée par les incertitudes de la croissance économique et par la réforme des institutions et des structures. Dans certains des pays de l'ECO, l'économie s'affaiblit, de sorte que la demande d'électricité cesse de croître ou même décline. En l'absence d'un précédent historique de la transition d'une économie planifiée à une économie de marché, il est difficile de prévoir quand et comment se fera la reprise. Il est encore plus difficile de prédire quels en seront les effets sur les secteurs de l'énergie et de l'électricité.

Les possibilités d'une amélioration du rendement énergétique sont excellentes dans les secteurs tant industriels que résidentiels; d'importantes économies d'énergie peuvent également être faites au niveau de la production, de la transmission et de la distribution de l'électricité. Cela dit, la consommation d'électricité moyenne par habitant dans la région est assez

élevée, mais la demande de services électriques est loin d'atteindre le niveau de saturation.

Vu les possibilités d'améliorer les rendements, il y a peut-être encore moyen de brider la consommation; de toute façon, un complément d'approvisionnement sera probablement nécessaire au développement industriel et à l'amélioration des conditions de vie de la population. A longue échéance, lorsque l'économie se redressera, une forte demande latente d'électricité par habitant caractérisera la région.

L'incidence de la réforme institutionnelle sur la demande d'électricité sera complexe, tout au moins dans le proche avenir. La hausse des prix et la concurrence sur le marché devraient favoriser l'amélioration du rendement tandis que les besoins de caractère social et économique amèneront une augmentation de la demande potentielle. La prise de conscience des problèmes écologiques régionaux pourrait aussi influencer sur les modes et directives de consommation, en particulier dans le secteur énergétique.

Quant aux ressources en énergie, la situation diffère sensiblement d'un pays à l'autre. Successeur de l'Union soviétique, la Communauté d'Etats indépendants dispose de vastes ressources de charbon, de pétrole, de gaz, d'énergie hydraulique et d'uranium, et la Pologne possède de riches gisements de charbon. En revanche, d'autres pays doivent importer une grande partie de l'énergie dont ils ont besoin. Dans son ensemble, la région a été un exportateur net d'énergie, surtout du fait du gros volume d'exportation de l'ex-Union soviétique. Il n'en est cependant pas de même pour certains pays. Au début des années 90, la part de l'énergie primaire importée était de 66% en Bulgarie, de 37% en Hongrie et de 32% dans l'ex-Tchécoslovaquie.

Mis à part l'Albanie où l'hydro-électricité compte pour près de 90%, la région recourt principalement aux combustibles fossiles pour produire son électricité. D'autres pays de l'ECO disposent d'un potentiel hydraulique, mais ils n'ont pas été en mesure de l'exploiter pour des raisons écologiques, bien souvent.

Pour moins dépendre des importations et aussi pour limiter les transports de charbon, les pays de la région ont opté pour le nucléaire. Le développement de ce secteur a été encouragé et facilité par l'existence dans l'ex-Union soviétique d'une vaste infrastructure nucléo-énergétique, dont un cycle du combustible. L'industrie soviétique pouvait fournir des composants et des services au secteur nucléaire de toute la région. En outre, plusieurs pays du groupe disposaient de gisements d'uranium leur permettant de produire des concentrés pour leur propre usage et même pour l'exportation.

Autre facteur important, l'ex-Union soviétique offrait des arrangements contractuels pour la fourniture de services du cycle du combustible. D'un intérêt particulier était l'accord en vertu duquel le combustible fourni était repris après irradiation sans

Production d'électricité (1990)

Production totale	2300 TWh (20% de la production mondiale)
Consommation par habitant	5,4 MWh
Part de l'électricité dans l'énergie primaire	28%

Puissance nucléo-électrique (1991)

	Puissance installée		Production d'électricité	
	Nombre de tranches	GWe	TWh	Part du nucléaire (% du total)
Bulgarie	6	3,5	13	34
Républiques tchèque et slovaque	8	3,3	22	29
Hongrie	4	1,6	13	48
Slovénie	1	0,6	5	6
Ex-URSS*	45	34,7	212	13
Total régional	64	43,7	265	12

* Lituanie, Russie et Ukraine.

obligation pour les pays qui exploitaient des centrales nucléaires de se charger ensuite des déchets de haute activité provenant du retraitement de ce combustible. Ces dispositions épargnaient aux importateurs de centrales nucléaires d'investir dans des installations de stockage à long terme du combustible épuisé ou des déchets de haute activité.

Ajoutons que les économies planifiées favorisent l'exécution cohérente des programmes nucléaires. Dans ces pays, une fois terminées les études technico-économiques et prises les décisions politiques, les responsables de tous les secteurs économiques associés sont tenus de contribuer à l'exécution des directives et des programmes adoptés.

Production d'électricité et puissance installée nucléaire en Europe centrale et orientale

Etat actuel des programmes nucléaires

Au début de 1992, 64 centrales nucléaires étaient connectées aux réseaux des pays de l'ECO. Leur puissance installée totale était de 43,75 gigawatts électriques (GWe), soit plus de 13% de la puissance installée nucléaire mondiale. Ces centrales sont situées en Bulgarie, en Hongrie, en Lituanie, en République tchèque et en République slovaque, en Slovénie et dans la Communauté d'Etats indépendants.

A l'exception de la Slovénie et de la Roumanie où il n'y a pas de centrale nucléaire en exploitation, mais qui en comptent cinq en construction, tous les pays de la région ont fondé leurs programmes nucléo-énergétiques sur des réacteurs conçus et réalisés dans l'ex-Union soviétique. En Slovénie, un réacteur à eau pressurisée de 660 mégawatts électriques fabriqué par Westinghouse et importé des

Etats-Unis est entré en service en 1983. Les centrales prévues pour la Roumanie sont d'origine canadienne.

Deux modèles de base ont été mis au point par l'industrie de l'ex-Union soviétique: un réacteur à eau légère pressurisée (VVER) et un réacteur ralenti au graphite et refroidi à l'eau (RBMK). Seuls les VVER ont été exportés.

Les centrales RBMK exclusivement destinées à l'ex-Union soviétique sont actuellement en service en Lituanie, en Russie et en Ukraine. Vingt exemplaires de ce modèle, d'une puissance de 1000 MWe pour la plupart, étaient reliés au réseau à la fin de 1991, et représentaient une puissance installée totale de quelque 16 GWe. Ce type de réacteurs est rechargé en marche, ce qui lui assure un facteur de disponibilité élevé et lui confère un grand avantage économique. En revanche, il présente de graves inconvénients en matière de sûreté comme on l'a vu à Tchernobyl en 1986. Aussi a-t-il été décidé de ne plus chercher à le perfectionner pour se consacrer sérieusement à l'amélioration de la sûreté des exemplaires en exploitation ou à un stade avancé de leur construction.

Quant aux VVER, il en existe trois modèles. Le premier, le 440/230, d'une puissance de 400 MWe, a été réalisé dans les années 60. Le deuxième, le 440/213, a la même puissance mais il est mieux conçu, en particulier au niveau des équipements de sûreté. Le troisième et le plus perfectionné, le VVER-1000, d'une puissance de 1000 MWe, a été mis au point au début des années 80 et ses caractéristiques de sûreté sont analogues à celles des réacteurs à eau pressurisée en exploitation de par le monde.

Des centrales VVER-440 sont en service en Bulgarie, en Hongrie, en République tchèque et en République slovaque, et en Russie, tandis que les VVER-1000 sont en exploitation en Bulgarie, en Russie et en Ukraine.

Grâce à leurs programmes nucléo-électriques, les pays de l'ECO ont beaucoup réduit leur dépendance à l'égard du charbon pour la production d'électricité. Au début de 1992, la part du nucléaire dans la production d'électricité de la région était de 12%, soit, plus précisément, de 48 % en Hongrie, 34% en Bulgarie, 29% dans les Républiques tchèque et slovaque, 13% dans la Communauté d'Etats indépendants et 6% dans l'ex-Yougoslavie.

Avec ses 212 TWh nucléo-électriques en 1991, l'ex-Union soviétique était le troisième producteur mondial d'électricité d'origine nucléaire, devancé seulement par les Etats-Unis et la France. L'ex-Tchécoslovaquie, avec 22 TWh, et la Bulgarie et la Hongrie, chacune avec 13 TWh, se plaçaient aussi cette année-là parmi les principaux producteurs mondiaux. Dans ces pays, le nucléaire est devenu la principale source d'électricité et s'est installé définitivement parmi les ressources énergétiques.

A cause des soucis écologiques et autres préoccupations, les pays de la Communauté d'Etats indépendants continuent de construire des centrales

nucléaires. Au début de 1992, 36 réacteurs représentant une puissance installée totale de 28 GWe étaient en construction dans la région, soit près de 45% de la puissance installée nucléaire totale en construction dans le monde; 24 réacteurs étaient en chantier en Russie et en Ukraine, six dans les Républiques tchèque et slovaque, cinq en Roumanie et un en Lituanie.

En Russie et en Ukraine, 21 des 24 réacteurs en construction sont des VVER-1000; les trois autres, du type RBMK, ont été mis en chantier avant 1986 et sont également prévus pour achèvement après amélioration de leurs caractéristiques de sûreté. Pour la plupart d'entre eux, les travaux de génie civil ont commencé il y a une dizaine d'années et l'on prévoit la mise en service pour les prochaines années. Il est possible néanmoins que la situation économique actuelle provoque quelques retards mais, si les calendriers sont respectés, la puissance installée nucléaire totale de ces pays égalera vers le milieu des années 90 celle de la France actuelle. A noter que le programme nucléaire de l'ex-Union soviétique a été sensiblement réduit, d'abord après l'accident de Tchernobyl et ensuite à cause de la crise économique. Sur les 43 réacteurs mis en chantier, 12 ont été annulés et l'avancement des travaux sur les autres s'est ralenti du fait des nouvelles formalités d'homologation et du manque de fonds.

Dans les Républiques tchèque et slovaque, les quatre VVER-440 de Mochovce et les deux VVER-1000 de Temelin, mis en chantier vers le milieu des années 80, devraient être mis en service avant 1995. Ils doubleront la capacité nucléaire totale de ces deux pays qui passera de 3,5 à 7 GWe.

En Roumanie, les cinq unités de type canadien ont été mises en chantier en 1980. Ces réacteurs, fournis par l'EACL, sont construits avec une forte participation de l'industrie canadienne. Le premier d'entre eux devrait entrer en service en 1993 et leur puissance installée totale de quelque 3 GWe devrait être en exploitation à la fin de la décennie.

A part ces unités en construction, la plupart des pays de l'ECO envisagent de construire de nouvelles centrales nucléaires, y compris ceux qui n'en ont pas encore en chantier.

La Hongrie, dont la moitié de la production électrique est d'origine nucléaire, dépend fortement des importations pour son approvisionnement en électricité et commandera certainement de nouvelles centrales nucléaires de type occidental vers la fin du siècle. De son côté, la Pologne a décidé en décembre 1990 de fermer le chantier de sa première centrale nucléaire qui devait comporter deux réacteurs VVER-440 importés de l'ex-Union soviétique, alors que 40% des travaux étaient achevés, et cela surtout à cause de l'opinion publique; la décision était aussi motivée par les analyses technico-économiques faites dans le contexte de la récession. L'option nucléaire n'en demeure pas moins intéressante pour le pays qui y voit principalement un moyen de remplacer les centrales au charbon, considérant tant leur impact

écologique que la possibilité de compter sur la technologie nucléaire occidentale.

On apprend que le Gouvernement russe vient d'adopter au début de cette année des plans prévoyant la construction de plus de 25 centrales nucléaires au cours des 20 prochaines années. Encore faut-il les faire approuver par les gouvernements locaux et trouver les crédits nécessaires.

Questions de sûreté et d'environnement

Le souci de la santé et des effets écologiques de l'activité humaine va croissant un peu partout mais de façon peut être plus frappante encore en Europe centrale et orientale, où il s'est manifesté dans le contexte des changements socio-politiques radicaux des dernières années.

L'hostilité du public à l'égard du nucléaire s'est aiguisée à la suite de l'accident de Tchernobyl car les populations ont perçu l'insuffisance de la sûreté des centrales nucléaires de conception soviétique. Parallèlement, les effets sanitaires et écologiques de l'usage des combustibles fossiles, en particulier du charbon, et des aménagements hydro-électriques ont gravement préoccupé le public. L'exploitation de l'énergie hydraulique est plutôt limitée en Europe centrale pour des raisons environnementales, comme l'a montré ces dernières années l'annulation de plusieurs grands projets hydro-électriques.

Quant aux installations nucléaires, il faut bien admettre que certains aspects des régimes économiques planifiés ne facilitaient pas l'obtention d'un haut degré de sûreté, tant au niveau de la conception des centrales que pendant leur exploitation. Les équipes internationales qui examinent actuellement la sûreté des centrales nucléaires de la région feront probablement une meilleure évaluation des problèmes qui permettra d'élaborer des programmes d'amélioration de la sûreté de ces installations. Pour les centrales de la nouvelle génération, les pays de l'ECO profiteront de l'échange d'informations et du transfert de technologie rendus plus faciles par l'évolution politico-économique.

La pollution atmosphérique s'est révélée grave dans ces pays, dont le développement économique dépend avant tout d'industries à forte concentration d'énergie, sans préoccupation majeure pour l'environnement. Les taux par habitant des émissions de dioxyde de carbone dans la région sont très sensiblement plus élevés que ceux des pays d'Europe occidentale. Ils atteignent quatre tonnes de carbone par an et par habitant en Bulgarie, dans l'ex-Tchécoslovaquie et dans l'ex-Union soviétique, trois tonnes en Pologne et deux tonnes en Hongrie, alors que l'on note deux tonnes au Japon, 1,6 tonne en France et quand même plus de cinq tonnes aux Etats-Unis, niveau également atteint dans l'ex-République démocratique allemande (voir le graphique).

D'autres effluents gazeux des combustibles fossiles sont émis en quantités assez importantes

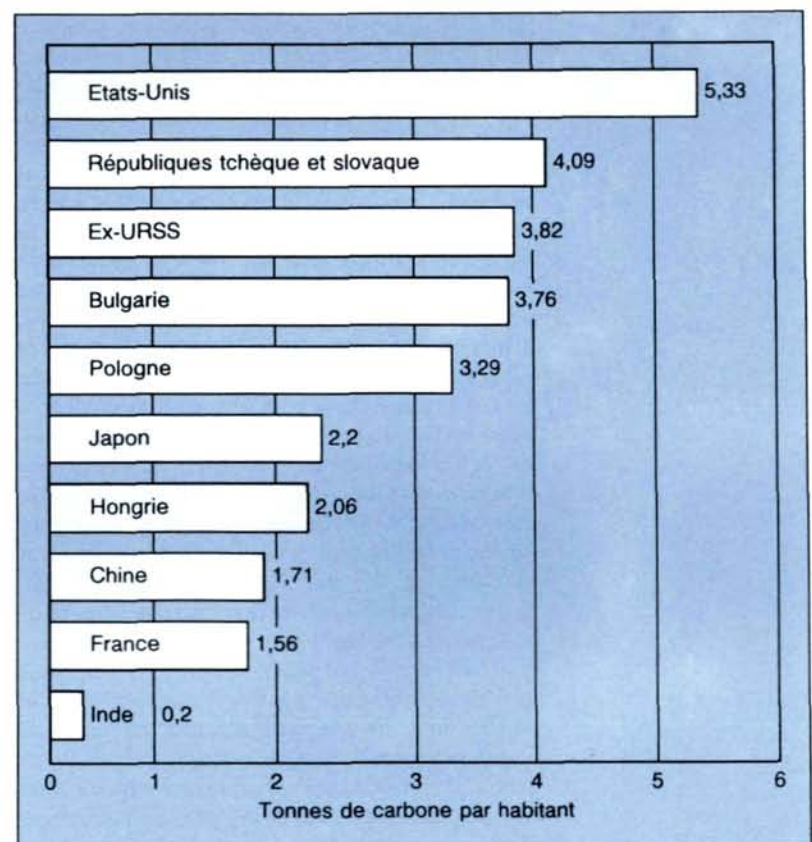
dans la région et ont déjà eu des effets sanitaires et environnementaux sensibles. Les combustibles de basse qualité tels le charbon gras, le lignite et la tourbe, largement utilisés, sont une des sources majeures de pollution atmosphérique dans la région, ce qui incite fortement à mettre en valeur d'autres sources d'énergie pour produire de l'électricité.

Aide à la sûreté et rôle de l'AIEA

Dans le cadre de ses services généraux de sûreté et en réponse aux demandes d'Etats Membres de l'ECO, l'AIEA a mis en œuvre des programmes d'évaluation et de relèvement de la sûreté des centrales nucléaires de conception soviétique. Plus de 12 missions ont visité des centrales nucléaires de la région au titre des programmes OSART et ASSET. Ces programmes aident les autorités nationales de la sûreté et les exploitants à garantir la sûreté des centrales nucléaires en construction et en exploitation.

Indépendamment, une opération internationale entreprise vers la fin de 1990 et actuellement pratiquement terminée a consisté à revoir l'ensemble des centrales VVER-440/230; des missions d'examen ont visité une dizaine de celles-ci. Des défauts ayant une incidence sur la sûreté ont été ainsi détectés et évalués et des priorités ont été recommandées pour les mesures correctives. L'AIEA a en outre réuni un

**Emissions de CO₂
par habitant
en 1988**



groupe d'experts internationaux pour fixer le cadre technique d'un examen global de la sûreté des réacteurs RBMK, comme première mesure d'un programme coordonné d'améliorations de leur sûreté.

Outre ces prestations en matière de sûreté, l'AIEA s'occupe de planification dans les domaines de l'énergie, de l'électricité et de l'énergie d'origine nucléaire. Il s'agit ici de fournir aux Etats Membres l'information nécessaire et les moyens de planifier l'insertion du nucléaire dans leur système énergétique, lorsque cette option est viable.

Cette activité est à fins multiples: aider les Etats Membres à analyser l'évolution future de l'offre et de la demande d'énergie et d'électricité; planifier l'insertion possible de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité après une évaluation exhaustive des diverses options, compte tenu de leur potentiel économique et de leurs effets sanitaires et écologiques; étudier l'infrastructure, les ressources humaines et financières du pays et les conditions à améliorer; aider à la mise en œuvre des projets nucléaires.

Comme la planification de la production d'électricité devient de plus en plus complexe, l'AIEA fait un gros effort pour améliorer la méthodologie de l'évaluation globale des différentes options en y faisant intervenir non seulement les aspects économiques, mais aussi les effets et les risques sanitaires et environnementaux. Ce programme est exécuté en collaboration étroite avec d'autres organisations internationales.

La méthodologie mise au point par l'Agence pour planifier l'énergie, l'électricité et le nucléaire a été communiquée à la plupart des pays de l'ECO (Albanie, Bulgarie, Hongrie, Pologne, République tchèque, République slovaque, Roumanie, Russie et Slovaquie). A l'occasion de ce transfert, une formation sérieuse à l'emploi de ces méthodes a été donnée aux spécialistes de ces pays qui ont suivi les cours organisés régulièrement par l'AIEA. C'est ainsi qu'en 1991 un projet a été exécuté en Roumanie concernant la façon de mener les études nécessaires à la prévision de la demande énergétique et à la planification de la production d'électricité; le projet est actuellement élargi pour permettre d'examiner le système de production énergétique dans son ensemble et à longue échéance, compte tenu des besoins d'infrastructure et des impacts sur l'environnement. En outre, un séminaire national a été organisé pour améliorer les compétences des ingénieurs tchèques et slovaques en vue de l'évaluation technico-économique comparée des offres faites par différents fournisseurs de centrales nucléaires.

L'adoption du nucléaire par un pays exige une planification minutieuse et les décisions doivent se fonder sur toute une série d'études et d'analyses interdépendantes, chacune portant sur un sujet précis. Ces études doivent être menées dans un ordre logique, partant du stade de la préfaisabilité comportant une analyse de la viabilité de l'option nucléaire

en général, pour passer à l'examen détaillé de la faisabilité du programme nucléo-énergétique et, enfin, à la planification et à la réalisation des centrales nucléaires. L'AIEA a mis au point les méthodes et les moyens et propose son aide aux Etats intéressés, à tous les stades de ces études. Cette assistance pourrait être utile aux pays de l'ECO en transition de l'économie dirigée à l'économie de marché, car elle leur permettrait d'améliorer leur approche de la planification et de la prise de décision dans le secteur électrique, compte tenu du prix global des autres options pour la société.

Grâce à la participation de spécialistes de l'ECO aux programmes de formation et aux projets d'assistance technique de l'AIEA, ces pays disposent d'un effectif d'experts en planification de l'énergie, de la production électrique et de l'énergie d'origine nucléaire. Ces spécialistes sont déjà à l'œuvre pour améliorer encore les méthodes proposées par l'AIEA et les adapter aux conditions particulières de leurs pays respectifs.

Perspectives d'avenir

Chacun sait que la mise en œuvre de programmes d'énergétique nucléaire exige la stabilité de la situation politique et institutionnelle d'un pays ainsi que sa continuité dans l'avenir. Il est clair que les programmes nucléaires des pays de l'ECO ont beaucoup souffert du passage à l'économie de marché et de ses conséquences sur les organes de décision dans le contexte de la situation économique générale.

Le nucléaire n'en est pas moins parvenu au stade industriel dans la plupart de ces pays où il constitue la principale source d'électricité. Les incertitudes actuelles et la récession économique font que la puissance installée nucléaire demeurera stationnaire jusqu'à 1995 environ. Il est probable aussi que la construction des installations en chantier sera retardée du fait des normes de sûreté plus sévères et à cause des difficultés financières et, dans certains cas, de l'opposition du public.

A la longue, les considérations économiques et écologiques favoriseront certainement l'expansion du nucléaire, pourvu que la sûreté des centrales en exploitation et en construction soit améliorée et que le public en soit vraiment convaincu.