

# L'EXEMPLE DE L'INDE POUR LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

L'expérience acquise par l'Inde et les études faites par elle pourraient être utiles aux pays en voie de développement soucieux d'inventorier les avantages qu'ils pourraient retirer d'une application rationnelle de l'énergie nucléaire. Dans une causerie faite lors de la douzième session de la Conférence générale, M. Vikram Sarabhai, Président de la Commission indienne de l'énergie atomique, a donné des exemples d'emplois d'énergie d'origine nucléaire bon marché.

Le présent article est une version condensée de cette causerie, dont le texte avait été rédigé en collaboration avec MM. Meckoni et K. T. Thomas. C'est M. Sarabhai qui parle:

Je désire vous communiquer certains résultats des études que nous avons faites pour déterminer si l'énergie d'origine nucléaire peut être exploitée en Inde et dans quelle mesure elle peut l'être pour satisfaire la demande rapidement croissante dans ce domaine. Je vais tout d'abord montrer par un exemple comment on procède à l'analyse quantitative indispensable, puis donner des résultats qui viennent confirmer que les avantages escomptés des sources d'énergie à bas prix dont on dispose maintenant grâce à l'atome, sont capables de provoquer des transformations profondes dans une collectivité de grande dimension. L'Inde possède quatre réseaux régionaux principaux; chacun de ces réseaux a une puissance installée d'environ 3000 mégawatts électriques et la charge maximum est à peu près égale aux deux tiers de la puissance installée. La consommation double environ tous les cinq ans, ce qui signifie qu'actuellement il faut augmenter la puissance de chaque réseau chaque année de 400 à 500 mégawatts. Une part importante de l'énergie provient de la houille blanche (30 à 50% du total) et il continuera à en être ainsi dans l'avenir. Toutefois, il existe en Inde des particularités dues au caractère saisonnier des précipitations (régime des moussons). Qu'il soit dû à l'effet direct des précipitations ou à la fonte des neiges de l'Himalaya, le remplissage des bassins de retenue des usines hydro-électriques de l'Inde subit des fluctuations saisonnières. Il en résulte que la charge moyenne annuelle ne représente que de 30 à 50% de la puissance installée. En outre, la variance des précipitations dans les différentes régions de l'Inde est généralement maximum là où les précipitations annuelles elles-mêmes ne sont pas très abondantes. Dans beaucoup de régions, une économie déjà marginale se trouve gravement perturbée tous les trois ou quatre ans par la sécheresse et les coupures de courant.

Une autre caractéristique de la charge des réseaux indiens est l'ampleur de ses fluctuations. Pour le réseau septentrional, la charge de pointe est

de 1430 mégawatts, tandis que la charge minimum est de 600 mégawatts. Pendant à peu près la moitié du temps, la charge est inférieure au tiers de la puissance installée. On voit qu'en améliorant le facteur de charge, on pourrait faire des économies substantielles sur les frais d'investissement et réduire considérablement le prix de revient de l'énergie électrique. Lorsque la puissance installée est mal utilisée par l'effet des grandes fluctuations saisonnières de la réserve d'eau des bassins de retenue, on peut recourir avantageusement au pompage pour accumulation en utilisant de l'énergie d'origine thermique ou nucléaire à bas prix produite par une centrale de base. Lorsque la configuration défectueuse de la courbe de charge est due au fait que certains usagers ne demandent du courant qu'à certaines heures ou à certaines époques de l'année, on peut considérer l'énergie inutilisée comme ayant un prix de revient différentiel négligeable et l'utiliser pour un certain nombre d'opérations qui exigent de l'énergie électrique à bas prix.

## POURQUOI L'ENERGIE COUTE CHER

Un facteur qui entrave constamment le progrès dans les régions en cours de développement est l'exiguïté de la base à partir de laquelle elles édifient leur économie. Même avec un taux de croissance élevé, l'accroissement de la puissance installée reste faible, ce qui se traduit par l'acquisition d'unités de petites dimensions. Dans les trois années qui viennent, la plupart des centrales hydroélectriques ou thermiques qui seront mises en service auront des puissances allant de 50 à 100 mégawatts. En fait, les trois centrales nucléaires que l'on construit actuellement sont les seules qui aient des unités d'une puissance supérieure à 200 mégawatts. Il n'est pas surprenant que, dans ces conditions, les prix de revient de l'énergie électrique se situent entre 9 et 12 mills le kWh, ce qui est près de deux fois plus que dans les pays avancés.

Les incidences économiques de cet état de choses sont très clairement indiquées dans la figure 1, où l'on a évalué les dépenses d'investissement par kWh et le prix de revient du kWh pour des centrales thermiques et nucléaires dont la puissance est comprise entre 200 et 1000 mégawatts. Le réacteur considéré est un réacteur ralenti et refroidi à l'eau lourde qui utilise de l'uranium naturel. On a fait une projection des dépenses et des prix en se fondant sur l'expérience de la construction de réacteurs Candu en Inde. Dans les conditions actuelles, on pense qu'un réacteur Candu de 500 mégawatts permettrait d'obtenir de l'énergie à un prix de revient tel qu'il pourrait soutenir la concurrence d'une unité thermique de même puissance construite dans le bassin houiller fournissant le charbon le meilleur marché. Lorsque le prix du charbon est de 13 cents par million de BTU, comme c'est le cas dans certains autres pays, l'égalité des prix de revient du kWh n'est plus vraie pour des centrales de 500 mégawatts, mais pour des centrales de 800 à 900 mégawatts. On notera que dans la gamme considérée, les dépenses d'investissement du réacteur Candu sont supérieures de 80 à 40% à celles d'une centrale thermique équivalente. Les dépenses d'investissement supplémentaires, qui comprennent les frais d'acquisition

PROJECTION DES DEPENSES POUR DES CENTRALES THERMIQUES  
ET DES REACTEURS CANDU EN INDE

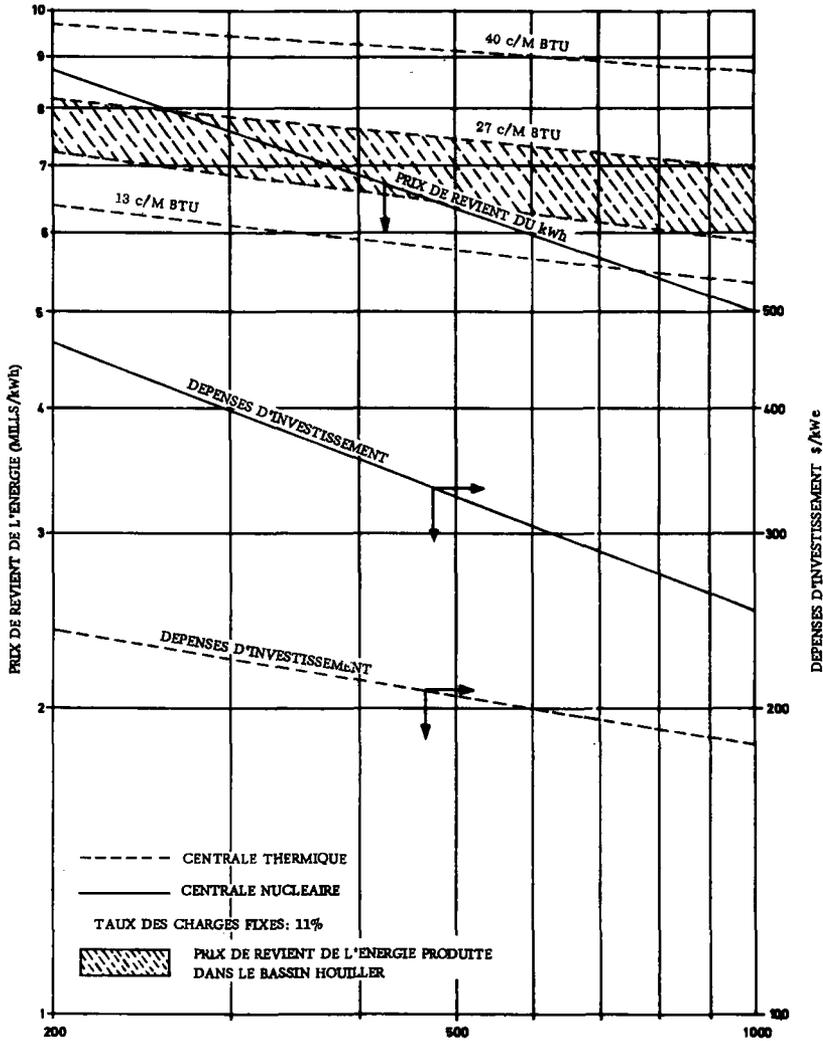


Figure 1

du stock d'eau lourde, peuvent être une considération décisive dans le choix du réacteur pour certains pays. Mais, en contrepartie, il y a la question des devises et celle de la dépendance à l'égard d'une source de combustible étrangère, si l'on envisage l'acquisition d'un réacteur à eau légère bouillante ou sous pression, dont les dépenses d'investissement sont plus faibles, mais qui utilise du combustible enrichi.

Les courbes de la figure 2 sont fondées sur la situation des principaux gisements de houille actuellement exploités et tiennent compte des frais de transport par chemin de fer depuis la mine jusqu'à la centrale. Elles indiquent les régions où les centrales thermiques restent plus économiques que les centrales nucléaires. On observera que la courbe correspondant à une centrale de 200 mégawatts passe à l'est de Tarapur sur la côte ouest, et en deçà des Etats de Rajasthan et de Madras où sont situées les trois premières centrales nucléaires en construction en Inde, qui ont une puissance totale de 1000 mégawatts. Par une heureuse coïncidence, le temps de doublement de la demande dans les réseaux indiens exige la création d'une puissance nouvelle de 400 à 500 mégawatts par an. Ainsi, il y a actuellement en Inde une possibilité d'implanter des centrales nucléaires de 500 mégawatts dans plusieurs régions du pays, à condition que l'on dispose des lignes de transport voulues et qu'il y ait interconnexion entre réseaux.

## COMMENT UTILISER L'ENERGIE NUCLEOELECTRIQUE AU MAXIMUM

Les avantages économiques de l'énergie nucléoélectrique ne peuvent être mis à profit que si on peut garantir une charge de base de 80 à 85%. Plusieurs opérations électrochimiques, le dessalement de l'eau, et le pompage de l'eau par des forages ont été considérés pour déterminer si, par un choix judicieux de gros consommateurs d'énergie associés à un centre de production d'énergie à bas prix, on ne pourrait pas, non seulement exploiter de nouvelles possibilités de développement économique, mais encore assurer une charge équilibrée dans chacun des réseaux.

Un groupe d'étude a été constitué par la Commission indienne de l'énergie atomique à la fin de 1967 pour examiner quelle serait l'incidence de certains progrès technologiques sur l'industrie et l'agriculture de l'Inde. Il a pu profiter des études faites au Laboratoire national d'Oak Ridge de la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis. Il a comparé les prix de revient d'engrais azotés et phosphatés produits dans les conditions particulières à l'Inde par des procédés classiques à ceux des mêmes engrais produits par des procédés électrolytiques ou électrothermiques.

Si l'énergie revient à 3,5 mills le kWh, une usine d'engrais utilisant du charbon situé à 800 km de la mine (où le charbon revient à 58 roupies la tonne à l'usine) serait plus économique qu'une installation d'électrolyse. Aux prix intérieurs actuels de 90 roupies la tonne pour le LSHS (Low Sulphur Heavy Stock) et de 110 roupies la tonne pour le naphte, une telle installation ne pourrait être concurrentielle que si le prix de l'énergie était ramené

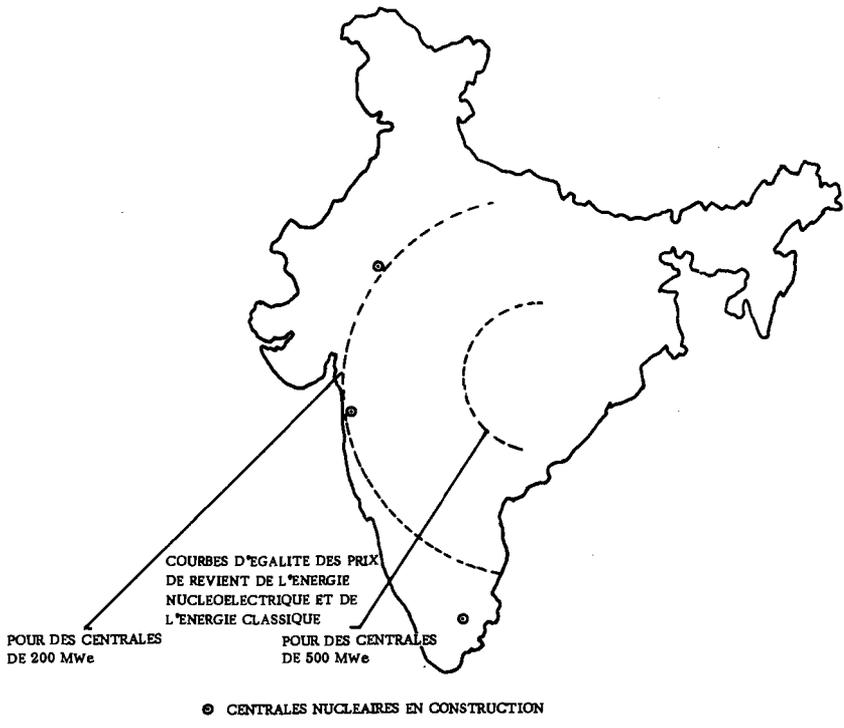


Figure 2

à 2 mills le kWh. Mais, en Inde, les disponibilités en naphte dépendent de la capacité installée pour le raffinage d'autres hydrocarbures comme le carburant diesel, la plus grande partie du pétrole brut nécessaire à cette fin étant importée.

Pour le phosphore, la comparaison du procédé au four électrique et du procédé par voie humide montre que, si l'énergie revient à 3,5 mills le kWh, le point d'égalité des prix de revient tant pour le trisuperphosphate que pour le phosphate diammonique se situe au prix de 575 roupies la tonne de soufre (pour le procédé par voie humide). Le prix du soufre était de cet ordre de grandeur en Inde en 1967. Actuellement, il est légèrement inférieur (450 à 500 roupies la tonne).

Dans une usine d'aluminium d'une capacité de 50 000 tonnes par an, le coût de production de l'aluminium est d'environ 3400 roupies la tonne si l'énergie revient à 3,5 mills le kWh. Le prix de l'aluminium à la sortie de l'usine est actuellement en Inde d'environ 5500 roupies la tonne.

## RENTABILITE DU DESSALEMENT DE L'EAU

Le prix de revient de l'énergie produite par une centrale nucléaire de  $2 \times 600$  MWe a été estimé à 3,5 mills le kWh. En prenant pour base ce chiffre pour l'énergie électrique, on peut déterminer le prix de revient de l'eau dessalée dans une installation à deux fins produisant de 400 000 à 2 millions de  $m^3$  par jour. Afin d'évaluer la rentabilité de l'utilisation de l'eau dessalée dans l'agriculture, on a étudié le prix de revient de l'eau et son influence sur le revenu agricole pour une région côtière aride. Contrairement à ce qui se passe pour l'eau d'origine naturelle (régime des moussons), l'eau dessalée serait disponible toute l'année. Il est donc indispensable de maintenir un facteur de charge élevé, car le dessalement est un procédé exigeant de gros investissements. Ces caractéristiques de l'industrie du dessalement rendent nécessaire une utilisation uniforme de l'eau quelle que soit la saison; aussi est-il important de faire plusieurs récoltes par an pour que toute l'opération soit rationnelle du point de vue économique.

L'influence du prix de l'eau sur certains modes d'assolement, à savoir maïs hybride-pommes de terre-arachides d'été et maïs hybride-blé-arachides d'été, a été étudiée pour des régions comme le Gujarat en Inde.

La figure 3 indique le bénéfice net par hectare pour plusieurs prix de revient de l'eau. Par bénéfice net, on entend le produit de la vente de la récolte, déduction faite de tous les frais de culture. On constate que le mode d'assolement No 1 est rentable jusqu'à 13 cents (1 roupie) le  $m^3$  d'eau et que l'assolement No 2 est rentable jusqu'à 9 cents (0,7 roupie) le  $m^3$ . On a estimé que le prix de revient de l'eau produite par une usine de dessalement d'une capacité de 600 000  $m^3$  par jour, y compris les frais de distribution, serait d'environ 0,75 roupie (soit 10 cents) le  $m^3$ . A ce prix, le revenu familial serait d'environ 9750 roupies (1300 dollars) par hectare pour le

BENEFICE NET PAR HECTARE  
 POUR DEUX MODES D'ASSOLEMENT,  
 EN FONCTION DU PRIX DE REVIENT DE L'EAU

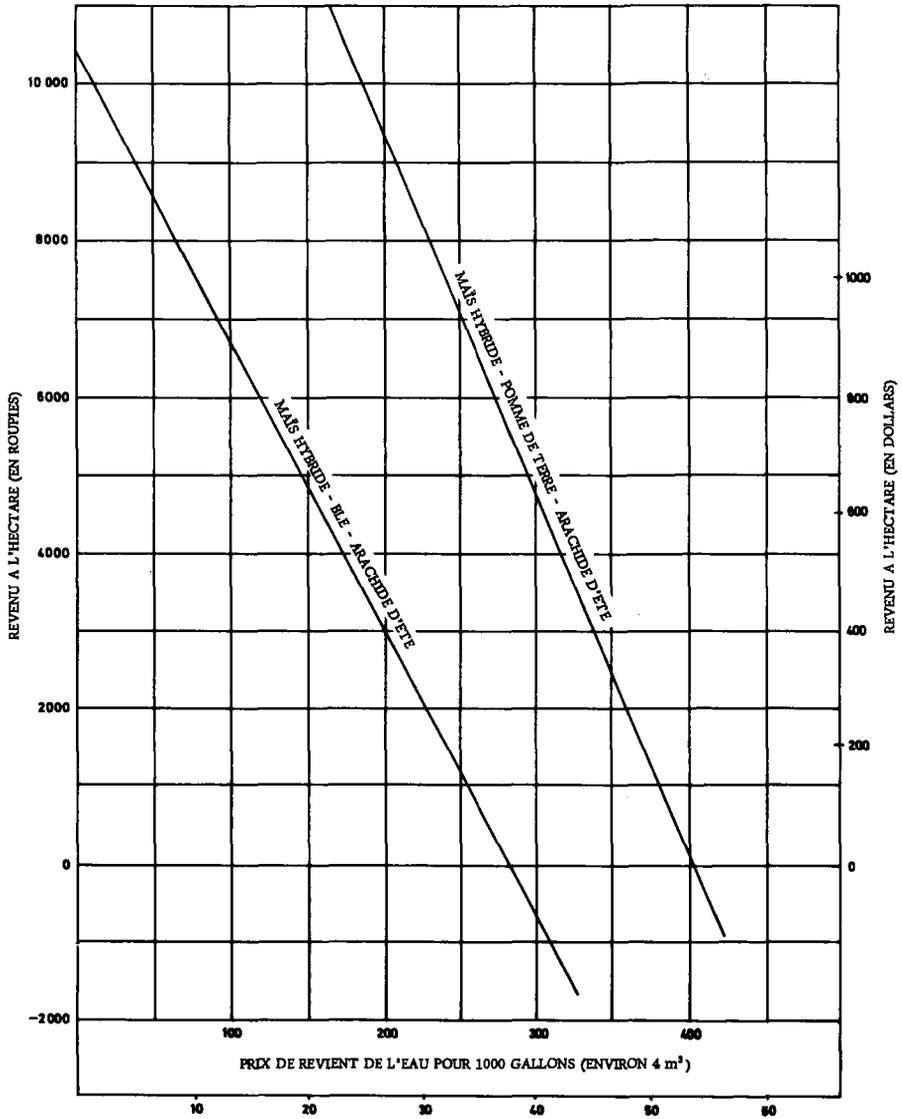


Figure 3

mode d'assolement No 1 et environ 2500 roupies (333 dollars) par hectare pour le mode d'assolement No 2. Les chiffres correspondants pour le bénéfice net sont respectivement de 4750 roupies (633 dollars) et une perte de 500 roupies (67 dollars). On voit bien qu'en utilisant de l'eau dessalée le mode d'assolement No 1 permettrait d'obtenir un revenu convenable.

On a évalué en détail les conséquences de la réalisation d'un projet de ce genre dans une région située dans l'Uttar Pradesh occidental et peuplée de 22,5 millions d'habitants. Cette région, dans laquelle se trouvent Delhi à l'ouest et Agra au sud, est traversée par le Gange. Les eaux souterraines sont abondantes et le sol est constitué en majeure partie par des alluvions. L'installation envisagée est une centrale comportant deux réacteurs de 600 MWe chacun. Une usine d'engrais d'une capacité de 4500 tonnes par jour et une usine d'aluminium produisant 150 tonnes par jour lui seraient associées; une partie de l'énergie (environ 200 MWe) serait utilisée pour pomper de l'eau d'irrigation par 36 000 forages.

D'après le tableau 1, l'investissement total serait d'environ 4290 millions de roupies (570 millions de dollars) et, d'après le tableau 2, le revenu devrait être d'environ 14%. On est arrivé à ce pourcentage en partant de l'hypothèse que le tarif différentiel du kWh serait de 2,7 mills pour les engrais, de 3,5 mills pour l'aluminium et de 13 mills pour le pompage. Bien que l'énergie utilisée pour le pompage ait été comptée à un prix élevé, la partie agricole du projet est suffisamment rentable. Les principales caractéristiques de l'aspect purement agricole du projet sont résumées dans le tableau 3. On se propose d'irriguer ainsi quelque 720 000 hectares. L'accroissement de la production serait de 4,5 millions de tonnes pour les céréales et de 700 000 tonnes pour les légumineuses. Le revenu net annuel de l'ensemble serait de 2510 millions de roupies (335 millions de dollars). L'exécution de ce projet se traduirait par une augmentation de 150 roupies (20 dollars) du revenu annuel par habitant de la région, soit environ 20%. Le revenu annuel par habitant pour la population participant directement aux nouvelles activités se trouverait augmenté d'environ 1400 roupies (187 dollars). Le produit national brut en serait accru de 4860 millions de roupies (650 millions de dollars). Si l'on considère que les objectifs primordiaux de l'Inde sont d'accroître le revenu par habitant et de produire suffisamment de denrées pour faire face à la poussée démographique, on voit l'importance considérable de la mise en œuvre de projets de cette nature. L'énergie nucléaire jouera un rôle crucial dans la réalisation de ce projet, car la région considérée se trouve à l'extérieur de la courbe d'égalité des prix de revient de l'énergie nucléoélectrique et de l'énergie électrique classique.

On a fait une étude économique analogue pour une région du Kutch (Saurashtra) où il n'y a pas d'eaux souterraines. Le projet comporte la construction d'une centrale nucléaire d'une puissance nette de 1200 MWe disponible pour la vente, à laquelle serait associée une installation de dessalement d'une capacité de 600 000 m<sup>3</sup> par jour. L'usine d'engrais produirait du nitrate d'ammonium, du phosphate diammonique et du trisuperphosphate.

Le complexe comporterait également une usine d'aluminium produisant 150 tonnes par jour (dans l'hypothèse où le facteur d'utilisation de l'usine serait d'environ 90%), soit 50 000 tonnes par an. Le revenu des investissements est évalué à 6,48% pour la seule usine mixte produisant l'énergie et l'eau et à environ 11,8% pour l'ensemble de la partie industrielle du projet (y compris l'usine mixte). Par ailleurs, l'exploitation agricole produirait 192 000 tonnes de maïs, 392 000 tonnes de pommes de terre et 46 400 tonnes d'arachides. La production de céréales suffirait à elle seule pour faire face aux besoins de un million de personnes. Les dépenses d'investissement (non compris l'exploitation agricole) seraient de 5980 millions de roupies (798 millions de dollars). Le revenu net annuel de l'exploitation agricole serait de 136,7 millions de roupies (18,2 millions de dollars). Le produit national brut en sera accru de 2200 millions de roupies (266 millions de dollars).

## PROBLEMES INHERENTS AU CHOIX DES REACTEURS

En général, le choix de la puissance et du type des réacteurs à l'aide desquels seront mis en œuvre leurs programmes d'énergie d'origine nucléaire pose aux pays en voie de développement de nombreux problèmes du fait de diverses limitations d'ordre technique, économique et national. En commençant à travailler suffisamment tôt à leur programme d'énergie d'origine nucléaire, ces pays peuvent acquérir une expérience dans l'étude, la construction et l'exploitation des réacteurs de puissance. De manière générale, la fabrication de composants de réacteurs exige un très haut degré de spécialisation. C'est pourquoi même la construction de réacteurs de petite puissance permettrait d'acquérir une expérience précieuse et de constituer le corps de techniciens dont l'existence est la condition essentielle pour qu'un pays puisse exécuter un programme d'énergie d'origine nucléaire. Dans certains cas, l'implantation d'un réacteur de puissance dans une région écartée pourrait amorcer le développement industriel général de cette région, ce qui ne se ferait pas si la seule autre possibilité était le transport de combustible classique sur de longues distances.

Dans le choix du type de réacteur répondant aux besoins d'un pays en voie de développement, il faudra tenir compte de nombreux éléments notamment des ressources en combustible et en matières pour réacteurs, du potentiel industriel et de la politique nationale. Le choix entre les réacteurs à l'uranium naturel et les réacteurs à l'uranium enrichi dépendra de l'existence ou de l'absence de ressources en uranium naturel. Même si l'uranium doit être importé, il est important de ne pas perdre de vue que l'uranium enrichi ne peut être fourni que par un petit nombre de pays, mais que de nombreux pays peuvent exporter de l'uranium naturel. Si le programme d'énergie d'origine nucléaire d'un pays prévoit une puissance installée de 5000 MWe, ce pays se verra peut-être obligé de dépenser par an l'équivalent de quelque 35 millions de dollars en devises pour l'achat de combustible à l'uranium enrichi, ce qui représente au total plus de un milliard de dollars pour la durée de vie des centrales nucléaires. Si, en revanche, le même

pays décide de construire des réacteurs à l'uranium naturel, il utilisera les ressources en uranium dont il dispose éventuellement ou il importera des concentrés d'uranium, ce qui l'amènera à dépenser au total l'équivalent de quelque 250 millions de dollars en devises pour la durée de vie des centrales. Aussi ce pays préférera-t-il peut-être les réacteurs à l'uranium naturel.

## RAISONS DU CHOIX DE L'INDE

Il ressort de l'étude économique de divers types de réacteurs que l'Inde devrait, du fait de ses ressources limitées en uranium, opter pour des réacteurs à uranium naturel et à eau lourde, car ils donneraient la puissance électrique maximum par tonne d'uranium extrait, compte tenu à la fois du stock de combustible nécessaire au départ et des quantités consommées à remplacer.

Les réacteurs à eau lourde produisant la quantité maximum de plutonium par tonne d'uranium extrait, l'utilisation du plutonium comme combustible dans les réacteurs surgénérateurs à neutrons rapides de la deuxième génération permettrait donc d'exécuter un programme d'énergie d'origine nucléaire beaucoup plus important.

En conséquence, bien que dans certains cas déterminés des réacteurs à uranium enrichi puissent être avantageux pour des raisons techniques et économiques et seraient peut-être construits en Inde, la Commission indienne de l'énergie atomique a décidé que, pour l'exécution du programme dans son ensemble, la première génération de réacteurs serait constituée exclusivement de réacteurs à uranium naturel et à eau lourde.

La première centrale nucléaire indienne, à Tarapur, sera équipée de deux réacteurs à uranium enrichi et à eau bouillante de 200 MWe chacun; ces réacteurs sont construits par International General Electric Co. Pour la deuxième centrale nucléaire, il a été décidé en 1964, à la suite d'études faites avec Atomic Energy of Canada Ltd., de construire dans le Rajasthan, en collaboration avec cette entreprise, un réacteur CANDU de 200 MWe et ultérieurement un autre réacteur de même puissance sur le même site. Pour la troisième centrale, à Madras, il a été également décidé de construire deux réacteurs CANDU de 200 MWe. La construction de ces réacteurs relève entièrement de la Division compétente de la Commission indienne de l'énergie atomique.

Cette décision de s'en tenir à la construction de réacteurs CANDU a permis de développer la technique indienne, le savoir-faire et les ressources en spécialistes du pays, de telle sorte que dans les nouvelles centrales nucléaires l'élément indien sera de plus en plus important. Les dépenses en devises seront approximativement de 61% pour le premier réacteur du Rajasthan, de 36% pour le deuxième et de 20% pour le premier réacteur de Madras. Il est reconnu que si les réacteurs CANDU exigent actuellement

des dépenses d'investissement relativement élevées leur fonctionnement n'entraîne par contre que de faibles dépenses de combustible.

Sur la figure 4 sont indiquées les principales installations de la Commission indienne de l'énergie atomique, qui sont déjà en service ou dont la construction sera bientôt terminée. Leurs activités s'appuient sur les recherches, études et réalisations du Centre d'études nucléaires Bhabha et d'autres établissements.

Une des réalisations les plus importantes est l'étude d'un réacteur sur-générateur d'épreuve à neutrons rapides alimenté au plutonium. En Inde, les ressources en uranium actuellement connues sont assez limitées; elles permettraient seulement d'alimenter une puissance nucléaire de 5 à 10 000 MWe composée de réacteurs à eau lourde, pendant la durée de vie de ces réacteurs. Tout en intensifiant les travaux de prospection, on s'est également efforcé d'évaluer le potentiel de développement des surgénérateurs à neutrons rapides en fonction de la quantité de plutonium provenant d'une puissance de 5000 MWe composée de réacteurs à neutrons thermiques. Cette étude a clairement montré que l'on pourrait exécuter un programme d'énergie d'origine nucléaire beaucoup plus vaste en utilisant ce plutonium dans des surgénérateurs à neutrons rapides. L'Inde a donc entrepris les études et réalisations nécessaires, qui seront également utiles pour promouvoir l'emploi du thorium dans la production d'énergie.

L'Inde a devant elle une tâche formidable à accomplir; en effet, il s'agit pour elle de construire chaque année à partir de 1972-73 une nouvelle centrale nucléaire d'une puissance d'environ 500 MWe en dépensant le strict minimum en devises — qui sont des biens très rares — et en donnant à l'industrie le maximum d'impulsion.

Actuellement, l'exécution du programme indien se heurte à une difficulté majeure: la pénurie de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés ayant assez d'expérience pour assumer l'entière responsabilité de l'étude et de la construction d'installations complexes. Environ 2500 scientifiques et ingénieurs travaillent déjà dans les établissements de la Commission, mais ces effectifs sont bien trop insuffisants pour les tâches qu'il convient d'entreprendre si l'on veut recueillir le fruit des investissements faits au cours des vingt dernières années dans le domaine de l'énergie atomique.

## UN FERMENT DE PROGRES

Si cet exemple a une morale, il me semble que l'on peut l'exposer comme suit. Il est indéniable que les installations nucléaires seront un puissant ferment de progrès dans les pays en voie de développement, si ceux-ci ne les acquièrent pas telles quelles, mais cherchent à en tirer parti pour développer le potentiel national dans la mesure compatible avec leurs ressources humaines, financières et industrielles. Cela n'est guère possible si l'on ne met pas en œuvre des programmes intensifs de formation portant sur

L'ENERGIE ATOMIQUE EN INDE

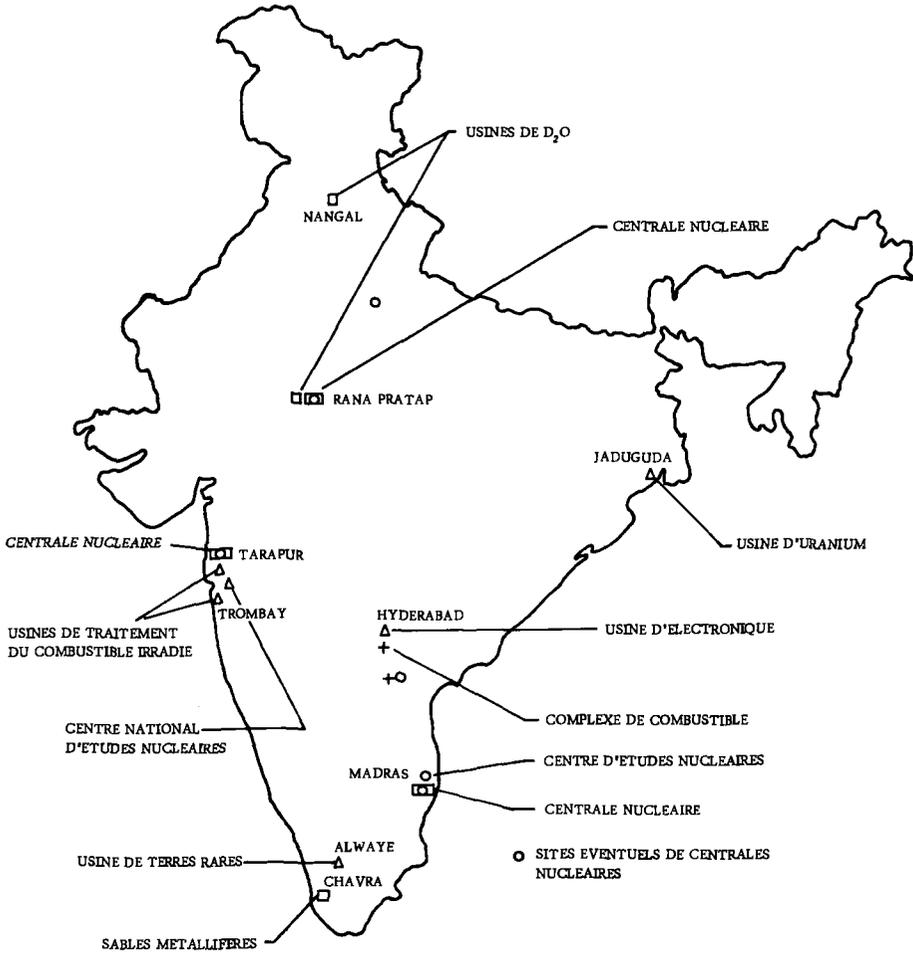


Figure 4

toutes les branches de la recherche fondamentale et appliquée. Mais surtout il faut que les pays en voie de développement se demandent s'ils peuvent se permettre de dépendre de l'étranger pour leurs approvisionnements en combustible. Il y a là en effet le germe d'un nouveau type de dépendance de certains pays par rapport à d'autres, qui peut avoir de sérieuses conséquences du point de vue politique et social. Mais la recherche de l'indépendance économique ne doit pas être confondue avec l'autarcie, car le progrès dépend de l'aptitude à recevoir et à transmettre des connaissances et des techniques sur le plan international. A cette fin les pays en voie de développement ont besoin de compétence et de confiance en eux-mêmes.

Pour que ces pays profitent des avantages qu'offre l'énergie nucléo-électrique, il leur faudra faire preuve d'imagination dans l'établissement de projets non seulement pour des unités de production d'énergie bon marché mais également pour des complexes de gros consommateurs d'énergie capables de donner à l'économie l'impulsion nécessaire. Ils devront s'écarter de la pratique traditionnelle qui consiste à prendre des décisions indépendantes pour chacun des principaux secteurs de l'économie nationale. S'ils reconnaissent que, dans ce domaine, un plus un peuvent faire beaucoup plus que deux, il leur faudra envisager la situation autrement qu'en suivant la méthode qui consiste principalement à étudier les courbes de croissance de la charge pour les années antérieures en vue de déterminer la puissance nécessaire pour l'avenir. Ils constateront que les problèmes internes d'ordre social, administratif et politique jouent un rôle au moins aussi important que les facteurs économiques et technologiques et qu'ils sont plus difficiles, car l'aide extérieure ne peut pratiquement pas contribuer à leur solution. C'est d'ailleurs pourquoi la tâche qui les attend constitue tout à la fois un défi et un encouragement. En effet, en s'attaquant carrément à ces problèmes dans le cadre d'entreprises déterminées qui couvrent presque tous les aspects de la vie nationale ils y gagneront une énergie et une volonté accrues dont les effets se feront sentir beaucoup plus longtemps que ceux de ces entreprises elles-mêmes.

## T A B L E A U 1

COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL DANS L'OUEST DE LA PLAINE INDO-GANGETIQUE  
DEPENSES D'INVESTISSEMENT

	Puissance installée ou capacité de production	Dépenses (en millions de roupies)	
		Devises	Total
Centrale nucléaire } Centrale électrique }	1200 MWe	316 134	1580 670
Centrale (Total)	1200 MWe	450	2250
Usine d'engrais *	4475 t/j	449, 11	1662, 83
Usine d'aluminium	150 t/j	174, 94	386, 87
Complexe industriel (Total)		1074, 05	4299, 70

\* Nitrate d'ammonium 3200 t/j  
Phosphate diammonique 1275 t/j

T A B L E A U 2

COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL DANS L'OUEST DE LA PLAINE INDO-GANGETIQUE

FRAIS DE FONCTIONNEMENT ET BENEFICES

	Frais de fonctionnement (en millions de roupies)	Produit des ventes (en millions de roupies)	Bénéfice (en millions de roupies)	Revenu de l'investissement (en %)
Centrale	137, 15	319	181, 85	8, 08
Usine d'engrais	595, 77	888, 20	292, 43	17, 59
Usine d'aluminium	147, 20	275	127, 80	33, 04
Total pour le complexe industriel	880, 12	1482, 20	602, 08	14, 00

T A B L E A U 3

## COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL DANS L'OUEST DE LA PLAINE INDO-GANGETIQUE

## ECONOMIE DE LA PARTIE AGRICOLE

Superficie à irriguer (en hectares)	720 000
Nombre de forages	36 000
Accroissement de la production (en tonnes)	
Céréales	4, 5 millions
Légumineuses	0, 7 millions
Revenu net (en millions de roupies)	2512
Quantités d'engrais nécessaires (en tonnes)	
Azote sous forme de N <sub>2</sub> fixé	166 000
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	83 000
Investissement total pour les forages (en millions de roupies)	432
Revenu net à l'hectare (en roupies)	3767
En augmentant de 200 kg par an et par habitant la production de céréales, le complexe permettra d'assurer l'alimentation de 22, 5 millions de personnes.	
Population de la région intéressée	23 621 716
Augmentation du revenu par habitant découlant de l'exploitation du complexe (partie agricole seulement)	150 roupies par an
Augmentation du revenu par habitant pour la population participant directement à l'exploitation du complexe	1404 roupies par an

Dans un laboratoire du Centre Démocrite d'études nucléaires, à Athènes, M. A. Hastie, expert en biologie végétale envoyé par l'Agence au titre de l'assistance technique, dirige des travaux de recherche sur les fongicides. Il organise en outre un cours pour étudiants diplômés. (Photo AIEA/Moir)

