

Aléas des stratégies de diversification technologique des nouveaux pays industriels. Le programme électro-nucléaire au Brésil et en Corée du Sud. par MICHEL DUQUETTE ET YVAN LAFRANCE*

Introduction

Les nouveaux pays industriels (NPI) ont vu dans l'énergie atomique un symbole de progrès économique, une éventuelle source d'énergie à bon marché et même, chez certains, l'acquisition d'une supériorité militaire sur le plan régional. Certains auteurs se sont penchés sur la stratégie de contrôle menée dans l'après-guerre par les premiers pays détenteurs de technologie nucléaire et ont mis l'accent sur les entraves posées par les É.-U., la G.B. et le Canada à la diffusion rapide de la connaissance (BURDEAU et CHAPPEZ: 1979). À une époque plus récente, la Doctrine Carter constitua également une nouvelle entrave à la diffusion. Or, celle-ci s'amorçant aussi tôt que le début des années 50, d'autres facteurs devaient manifestement être pris en compte. Certains ont alors insisté sur toutes ces causes qui ont facilité la diffusion, qu'il s'agisse de la stratégie américaine *Atoms for Peace* initiée par Eisenhower en 1953, dans le contexte de Guerre froide (DAMIAN: 1979; WALKER et LONROTH: 1983) ou du contexte plus récent de compétition montante sur le marché international entre nations détentrices du secret nucléaire (GOLDSMITH: 1977; HA: 1982). Les NPI eurent de plus en plus la possibilité de choisir entre diverses technologies, certaines comportant même une fraction significative, voire l'ensemble du cycle de traitement du combustible. C'est en fonction de ce nouvel environnement que certains d'entre eux se diversifièrent en direction de la filière européenne, pourtant plus complexe (MIROW: 1979; PARROTT: 1980).

En nous penchant sur les exemples du Brésil et de la Corée du Sud, nous montrerons les modalités à travers lesquelles ces NPI ont engagé leur programme nucléaire, avant d'entreprendre une diversification technologique dans le sens d'une sophistication croissante des équipements. Toutefois, nous émettons l'hypothèse que cette entreprise de diversification, que nous définissons ici comme la stratégie de positionnement sur de nouveaux marchés et sur d'autres technologies, souvent présentée comme un avantage pour ces pays, a constitué un déh démesuré. Cette stratégie s'est traduite par une élévation incontrôlable des coûts. La Corée s'est alors repliée vers la filière originale de son programme, dans le cadre d'une politique de "standardisation". Quant au Brésil, la fragilité des organismes chargés de son programme et la faiblesse de l'industrie locale ont engendré des délais interminables dans l'acquisition et des coûts exorbitants lors de l'implantation, qui ont pratiquement entraîné l'abandon de son programme.

Pour rendre davantage compte de la diversité des facteurs, les uns exogènes aux NPI, les autres endogènes, qui ont pu influencer sur la performance du transfert technologique à l'étude ici, il nous a paru utile, à la suite des travaux de Christopher FREEMAN (1982), de distinguer les démarches brésilienne et sudcoréenne en regard de trois variables. D'abord la *cohérence des objectifs* de leur programme d'équipement nucléaire, à la lumière de leur stratégie industrielle - notamment la politique énergétique - et de leur politique scientifique et technologique, de façon à évaluer le degré de pragmatisme de leur démarche. Ensuite l'évolution des formes contractuelles de ces transferts technologiques, qui ont rendu la diversification attayante. Enfin les *efforts de formation et l'endogénéisation* de la R&D, et notamment les liens essentiels entre recherche gouvernementale et industrie, vecteurs de l'apprentissage technologique. On y verra les modalités de collaboration entre participants étrangers et nationaux, tant du secteur public que privé. Cet ordre de présentation sera précédé d'un rappel historique de l'évolution du marché mondial de ce type de technologie, marqué par une compétition croissante entre innovateurs, qui ouvre la voie à une diffusion plus rapide vers les NPI les plus dynamiques.

1. Montée de la compétition internationale entre innovateurs de la technologie nucléaire

L'industrie nucléaire s'est développée juste après la seconde guerre mondiale dans les pays, les États-Unis, le Canada et le Royaume-Uni, qui avaient mis sur pied un programme militaire nucléaire. À cette époque, un contrôle de l'accès à l'information semblait aux protagonistes un moyen de contrôle suffisant pour éviter la propagation de cette technologie. Ces trois pays décidèrent donc de mettre un embargo sur la technologie et le combustible nucléaires. Comme on sait, cette stratégie s'avéra un

* Michel Duquette est chercheur au département de science politique de l'Université de Montréal et membre du Centre de recherche en développement industriel et technologique (CR,ÉDIT). Yvan Lafrance est étudiant de doctorat au département de science politique de l'Université de Montréal.

échec; d'autres programmes du même type virent le jour dans les autres pays industrialisés, sur lesquels les premiers détenteurs de la technologie n'eurent pas de contrôle¹.

L'URSS acquit la technologie nucléaire par son propre effort de recherche, tandis qu'avec l'explosion nucléaire soviétique de 1953, s'établit une sorte d' "équilibre" Est-Ouest. La même année, les États-Unis, par le biais de leur programme "Atoms for Peace" et l'Union soviétique, avec sa participation à l'établissement de l'Agence internationale de l'énergie atomique, (AIEA) cherchèrent alors à prévenir la réalisation par d'autres pays d'un programme nucléaire sur une base autonome, en mettant à la disposition de leurs alliés privilégiés quelques volets de leur technologie respective, sur la base d'un contrôle étroit de son transfert et de son adaptation.

L'effort déployé par les puissances mondiales pour prévenir la prolifération nucléaire avait pour but de conserver la configuration internationale au sein de laquelle ils étaient dominants et d'éviter la formation d'un système où plusieurs pays disposeraient d'une puissance militaire dissuasive. Les États-Unis étaient en compétition avec l'Union soviétique au moins à deux niveaux. D'abord, pour conforter leur avance technologique, les États-Unis devaient développer un programme nucléaire d'application civile. La seconde raison était purement politique: les États-Unis souhaitaient conserver leur zone d'influence en resserrant l'intégration militaro-stratégique du monde libre. Ainsi, furent-ils amenés à conclure une quarantaine d'accords de coopération² avec des pays "amis", dans le cadre de la politique de l'"Atome pour la paix". Les Européens de l'Ouest tirèrent vite partie de la nouvelle situation.

Dans le domaine de l'exportation des centrales à uranium enrichi l'industrie allemande d'abord, française ensuite, entrèrent rapidement dans la compétition mondiale tandis que les États-Unis perdaient, à partir de 1971 et au profit de l'Union soviétique, leur monopole de fourniture d'uranium enrichi. En effet, l'URSS offrait à ses clients - Europe de l'Est, Cuba - des capacités d'enrichissement, tandis que les pays européens se lançaient dans des entreprises conjointes telles que URENCO - RFA, Pays-Bas et Royaume-Uni - dans la centrifugation ou EURODIF - Belgique, Espagne, France, Iran et Italie - dans la diffusion gazeuse. En 1985, ces firmes seront responsables de 35% de la production de combustible nucléaire enrichi dans le bloc occidental³.

2. La cohérence des objectifs

La pratique brésilienne en direction de la filière nucléaire repose sur une tradition récente, au surplus ponctuée d'aléas. Dans le cadre de l'institutionnalisation du Conseil national de Recherche (CNPq) en 1951, qui chapeaute un certain nombre de laboratoires gouvernementaux de type universitaire, on approuve une stratégie visant la mise en valeur des ressources locales de minéraux radioactifs⁴. À partir de 1955, l'évolution du régime le rapproche davantage des États-Unis. On crée en 1956 la Commission nationale de l'énergie nucléaire (CNEN), pour appuyer les initiatives de l'industrie nationale⁵. C'est un premier pas en direction d'une collaboration plus étroite État-industrie.

À partir de 1961, la désorganisation de l'économie et du régime populiste s'avère moins favorable à ce type de développement. Sous les premiers présidents-militaires, on met davantage l'accent sur la filière hydroélectrique, compte tenu de potentialités importantes et de risques technologiques moindres. Les recherches sur le nucléaire stagnent. Si bien qu'au moment de la mise en chantier d'Angra I en 1972, les analystes reconnaissent qu'il n'existe au Brésil aucune expertise d'ingénierie dans la construction de centrales nucléaires. Le *know how* local est visible ailleurs, dans les accélérateurs de particules et les applications industrielles, essentiellement médicales. Par rapport à la Corée, de Brésil aura connu une période initiale plus confuse.

À partir de 1974, la politique énergétique du Brésil eut pour objectif de réduire les pressions énormes que créait sur son économie le premier choc pétrolier: l'incertitude des approvisionnements

¹ G. LIURDEAU et J. CIAPPEZ, "Problèmes internationaux de l'énergie nucléaire: les difficultés d'une stratégie" dans P. KAHN, De l'énergie nucléaire aux nouvelles sources d'énergie, (Paris, Librairies techniques, 1979), p. 283-5.

² W. WALKER et M. LONNROTH, Nuclear power struggles. (London, George Allen & Unwin Ltd., 1983), 9-11.

³ GOLDSCHIMIDT, Bertrand, Directeur des relations internationales de la CEA, Communication présentée le 10 mai 1977 à la Conférence internationale sur l'énergie nucléaire et son cycle de combustible (Salzbourg, 2-13 mai 1977). Note d'information, Paris, Commissariat à l'énergie atomique, n° 6, juin 1977.

⁴ FERREIRA, Evaristo S., Internacionalização da indústria nuclear e capital em relação a-tomicas, Thèse M.S. Rio de Janeiro, UFRJ, février 1986, p. 137.

⁵ GIROTTI, Carlos A., Estado nuclear no Brasil, São Paulo, Editora Irasiliense, 1984, pp. 39-40.

auxquels était sujet son appareil productif et les coûts croissants associés à des importations de pétrole qui constituaient alors les 2/3 de ses besoins énergétiques. Dans un contexte de financement facile, obtenu à partir de la manne des eurodollars, le Brésil des militaires jouit pendant quelques années d'une marge de flexibilité financière suffisamment grande pour entreprendre une ambitieuse politique énergétique, où l'on distingue trois volets. _ _

D'abord, on note dans les années 70 l'expansion du réseau national à partir d'une trentaine de grandes centrales hydroélectriques destinées à doubler la capacité du pays en énergie continue. Puis, une politique de substitution du pétrole, greffée à un programme de conservation d'énergie, où l'on cherche à réduire l'usage des dérivés du pétrole. Enfin, la "dépendance" vis-à-vis des sources énergétiques importées justifie, auprès de l'opinion locale et dans une moindre mesure, internationale, un objectif aussi audacieux qu'inattendu pour un pays du tiers monde jouissant de vastes ressources hydrauliques: la mise sur pied d'un programme d'équipement électro-nucléaire.

En 1961, la politique énergétique de la Corée du Sud est principalement orientée vers l'importation de pétrole. La plupart des centrales thermiques produisant de l'électricité fonctionnent au pétrole que la Corée doit importer en totalité, en l'absence de réserves connues d'hydrocarbures. Les trois-cinquièmes de sa consommation d'énergie proviennent du pétrole importé. Avec la crise de l'énergie, la facture pétrolière est multipliée par huit de 1970 à 1978. Cependant, grâce à sa politique de promotion des exportations, la Corée n'est pas tellement atteinte par ce premier choc pétrolier⁶. Le deuxième choc de 1979 lui est beaucoup plus dommageable, à cause des politiques déflationnistes adoptées par les pays industrialisés, qui réduisent alors leurs achats de produits industriels, de même que la saturation des marchés de construction industrielle du Moyen-Orient, où la Corée réalisait jusque là d'importants projets. Dans ces conditions, il lui est plus difficile de financer ses achats de pétrole avec la recette de ses exportations.

Privée de ressources énergétiques significatives, la Corée fait l'énoncé d'une nouvelle politique fondée sur l'électricité d'origine nucléaire, pièce maîtresse de la nouvelle stratégie, les économies d'énergie et les énergies nouvelles. Ainsi, dans les deux pays, le choix nucléaire procède de deux dynamismes distincts. En Corée, il apparaît comme une réponse à la crise pétrolière tandis qu'au Brésil, il faut resituer la politique énergétique et nucléaire dans le cadre plus général de ses objectifs de développement économique et de ses applications militaires. En effet, alors que le programme nucléaire semble la seule véritable alternative pour la Corée, le Brésil peut compter sur d'autres sources locales d'énergie, notamment sur son énorme potentiel hydroélectrique.

En Corée, les firmes de services et les industries appelées à participer à la construction des projets nucléaires étant de propriété publique, on peut penser qu'il sera plus facile de planifier et de synchroniser l'implantation du programme nucléaire. Du côté des services publics, la Corporation de l'Énergie Électrique (KEPCO), établie en 1961 dans l'esprit de la lère politique énergétique, est une société autonome, responsable de la production, du transport et de la distribution. Selon son mandat, elle demeure propriétaire et gestionnaire de toutes les centrales nucléaires. Dans le volet proprement industriel, la Corporation de l'industrie lourde (KHIC) remonte à la Hyundai International, achetée par l'État.⁷ Elle se voit réserver l'ensemble d'un marché des biens d'équipement tels que générateurs, réacteurs et chaudières⁸. La maîtrise d'oeuvre, dans la construction et la gestion, est du ressort de la Compagnie d'Ingénierie (KOPEC)⁹, société de services d'ingénierie qui exerce un monopole des services d'ingénierie dans l'énergie. Les origines de cette firme remontent à la Compagnie de génie nucléaire (KNE) créée à partir du bassin d'ingénieurs de KEPCO. A cette époque, rappelons que, dans les autres filières énergétiques, les compagnies privées disposaient de leur propre service d'ingénierie. Mais Séoul,

⁶ G. ROBERTS, *South Korea 1990*, (London, The Economist Intelligence Unit, 1985).

⁷ E. JEFFS, "A major programme under way", *Nuclear engineering international*, (vol. 28, no. 338, mars 1983), p. 51.

⁸ CNUCED, *Technological impact of the public procurement policy. The experience of power plan sector in the Republic of Korea*, (New York, 1985), p. 24-5.

⁹ Les noms abrégés sous lesquels ces firmes sont connues sont formés à partir des noms anglais qui sont Korea Electric Power Corporation pour KEPCO, Korea Power Engineering pour KOPEC et Korea Heavy Industries Corporation pour KHIC.

désireux de consolider les connaissances déjà acquises tout en les regroupant au sein d'une structure plus centralisée, transforma KNE en KOPEC¹⁰.

De grandes différences de situation distinguent donc le Brésil de la Corée du Sud. Si l'on admet les analyses de FREEMAN et de PAVITT, qui font ressortir le fait que la technologie n'est pas de l'information librement disponible et aisément transférable, il importe de bien comprendre la nature et les modalités plus ou moins complexes des politiques technologiques et scientifiques mises de l'avant dans les NPI. Celles-ci sont susceptibles de rendre compte des succès et des difficultés rencontrés par les récipiendaires lors du processus de transfert. C'est pourquoi FREEMAN souligne, comme premier critère de succès, la cohérence des objectifs. À ce titre, on voit que le Brésil, soumis pendant la période 1950-1985 à divers régimes politiques, porteurs de paradigmes quelquefois opposés, ne parvient pas à énoncer des objectifs de développement technologique cohérents, qui mettraient en valeur le savoir-faire déjà acquis. Le souhait de conserver le contrôle sur l'utilisation du minerai, au début des années 50, est vite abandonné au profit d'une politique de porte-ouverte. L'intérêt pour les grands laboratoires gouvernementaux ne se maintient pas; la CNEN est éloignée du théâtre des opérations. Les recherches menées par le groupe du thorium à Belo Horizonte ne sont pas non plus encouragées dans le long terme, tandis que le développement d'une filière nationale passe au second plan des préoccupations des militaires, au profit des projets hydroélectriques, puis de l'adoption d'une technologie américaine importée. Qui plus est, celle-ci est aussitôt abandonnée avant même d'avoir été transférée, au profit d'une autre technologie, origine allemande. Ces virages incessants de la politique nucléaire interdisent à la communauté scientifique brésilienne de participer pleinement à la réalisation des objectifs, et empêchent la maturation de collaborations significatives entre la R & D mise au point dans les laboratoires gouvernementaux et l'industrie nationale. En Corée, par contraste, la politique technologique est plus cohérente: unité de régime politique, unité de la stratégie d'équipement électrique au service du complexe industriel en rapide émergence, création d'agences publiques étroitement reliées à la grande industrie nationale, comme l'indique l'exemple de Hyundai. Le pragmatisme de la démarche coréenne est par conséquent plus affiché que les efforts d'acquisition considérables, mais moins cohérents, du Brésil dans cette filière complexe et coûteuse.

3. Évolution des formes contractuelles des transferts technologiques nucléaires d'application civile

Dans l'hémisphère occidental, les relations privilégiées entre le Brésil et les États-Unis datent de la 2e guerre mondiale. Dans un climat de guerre froide, un premier accord militaire et stratégique est conclu en 1952. C'est dans le cadre de la politique "Atoms for Peace" - L'Atome pour la Paix - que débute le programme nucléaire en Corée. En 1956, les États-Unis signent une entente concernant l'utilisation civile de l'énergie atomique avec ce pays et font de même avec le Brésil en 1965.

Dans ce dernier pays, la visite des représentants de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) en 1968 permet d'aller de l'avant dans l'implantation d'un premier réacteur de type LWR¹¹ Westinghouse - technologie américaine - à Angra dos Reis dans l'État de Rio de Janeiro (1969). Les termes du transfert technologique étant définis en 1972¹², la construction de la centrale Angra I débute, mais le Brésil n'obtient pas le contrôle du cycle du combustible. Il envisage dès lors un accord d'un type nouveau avec une puissance disposée à accepter le transfert de l'ensemble du cycle du combustible¹³.

Cette préoccupation l'éloigne d'une alternative à la plus simple et moins coûteuse, qui serait le développement sur une base locale, à partir des connaissances acquises par la communauté scientifique nationale (Groupe du thorium à Belo Horizonte, FINEP), d'un programme nucléaire adapté aux ressources financières du pays et à ses besoins "réels" en énergie électrique¹⁴. Fortement

¹⁰ CNUCED, Technology Issues in the Energy Sector of Developing Countries, Technological Impact of the Procurement Policy. The Experience of the Power Plant Sector of Developing Countries, (New York, 1984).

¹¹ Réacteurs à eau légère et uranium enrichi (light water reactor).

¹² Accord de coopération pour les usages non-militaires de l'énergie atomique, signé par le Brésil et les États-Unis. On observe une série de contrôles imposés par les Américains sur l'usage du combustible irradié, qui sera fourni par ceux-ci en échange de minerai brésilien.

¹³ MIROW, Kurt R., Loucum nuclear. Os enganos do acordo nuclear Brasil-Alemanha, Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira, 1979, p. 40-1.

¹⁴ "N'eût été la décision du gouvernement en 1967 d'orienter les recherches sur la filière basée sur l'eau légère et l'uranium enrichi, il est clair que nous aurions aujourd'hui (en 1980) construit un premier réacteur de 30 mégawatts

surestimés, on parle en effet de projections de croissance de l'ordre de 14% par an jusqu'en 1990 (Rapports annuels d'ELETROBRÁS, 1972-73-74), ces besoins anticipés serviront de justification à l'installation d'une technologie importée, coûteuse et sophistiquée mais comprenant, suprême avantage, le cycle complet de traitement du combustible.

Conclu à la suite d'un rapprochement perceptible depuis 1969 entre Brasília, la firme Siemens, très présente au Brésil, et sa filiale Kraftwerkes Union (KWU), l'accord germano-brésilien constitue une première mondiale. Jusqu'à ce jour, les transferts technologiques ne portaient que sur certains éléments du cycle du combustible. Cette fois, un traité comprend l'éventail complet des services nucléaires, de la fourniture de réacteurs au traitement et à l'enrichissement du combustible. L'accord arrive à point nommé pour la RFA, aux prises avec la montée de son lobby environnementaliste et une opinion publique de plus en plus réticente devant les recherches et les implantations nucléaires. Il est de nature à assurer pour au moins quinze ans, de pair avec les autres contrats signés en Asie du Sud-Est et en Argentine, la survie de son dispositif nucléaire, tant scientifique qu'industriel¹⁵. Au Brésil, les critiques de l'opposition chercheront la raison d'être du programme électro-nucléaire du côté d'inavouables ambitions stratégiques; on dit que les militaires auraient dès cette époque rêvé de mettre au point une bombe atomique "nationale" (MIROW, 1979; PINGUELLI et al., 1984; FERREIRA, 1986)¹⁶.

L'accord germano-brésilien fut aussitôt suivi par des négociations entre la France et deux nouveaux pays industriels (NPI), la Corée du Sud et le Pakistan, autour de l'implantation d'usines pilotes de recyclage du combustible usé. En 1975, la Corée, la France et l'AIÉA signent un accord limitant l'utilisation de la technologie et du matériel nucléaire à des fins non-militaires. La France est alors disposée à aider la Corée dans la construction des installations de recyclage du combustible.

La première explosion atomique souterraine de l'Inde en 1974 ravive les craintes des États-Unis contre les dangers d'une prolifération incontrôlée¹⁷. En 1975, la signature du pacte germano-brésilien ne fait rien pour calmer ces craintes. D'autant que le Brésil, encore que signataire du Traité de Tlatelolco sur l'interdiction des armes nucléaires en Amérique latine (1967), se refuse toujours à parapher le Traité de non-prolifération nucléaire (TNP) de 1968, jugé trop conforme aux visées hégémoniques des grandes puissances. Un tel contexte incite les États-Unis et le Canada à faire des pressions de nature bilatérale sur les pays tant fournisseurs que récipiendaires.

En face des pays fournisseurs, Washington entreprend les négociations dites de Londres, pour contraindre Paris et Bonn à des "règles de conduite" internationales en matière de transfert technologique nucléaire. Vis-à-vis du Brésil, pays récipiendaire, le président Jimmy Carter, s'appuyant sur le Rapport Linowitz, qui accuse ce pays de rechercher des applications autres que civiles pour cette filière, affirme en 1976 qu'il recourra "à tous les moyens diplomatiques possibles pour obtenir une révision de l'accord germano-brésilien"¹⁸. La RFA se porte au secours de Brasília, en rappelant les garanties exigées lors de la signature de l'accord, approuvées à l'unanimité par le Conseil des gouverneurs de l'Agence internationale de l'Énergie atomique (AIÉA), incluant le représentant américain. Carter poursuivant sa campagne avec opiniâtreté, une crise politique se dessine entre les deux pays. Brasília dénonce l'accord militaire américano-brésilien de 1952 et réaffirme avec force son programme nucléaire. Le pacte germano-brésilien peut aller de l'avant.

Les États-Unis ont plus de succès auprès de la Corée. Le Sénat américain bloque d'abord les fonds d'aide bilatérale destinés à l'achat de la deuxième centrale (KNU 2), jusqu'à ce que la Corée se soumette au traité de non-prolifération, ce qu'elle fait en mars 1975. Les crédits sont de nouveau bloqués par les États-Unis à cause de l'entente franco-coréenne sur l'implantation d'une usine de recyclage. À

fonctionnant à l'eau lourde avec de l'uranium naturel". Témoignage de José GOLDEMBEG, dans *Jornal do Brasil*, 10 mai 1979. Consulter, du même: *Energia nuclear no Brasil: as origens das decisões*, São Paulo, Editora Hucitec, 1978.

¹⁵ S.D. THOMAS, *The Realities of Nuclear Power*, Chapitre 6: The Federal Republic of Germany, Cambridge Univ. Press, 1988, p. 151 et sq.

¹⁶ Le refus du Brésil de signer l'accord de non-prolifération nucléaire, au nom de la théorie de la sécurité nationale, vient conforter cette hypothèse. On aurait alors une situation se rapprochant du cas indien.

¹⁷ FINCH, Ron, *Exporting Danger. A History of the Canadian Nuclear Export Programme*, Montréal, Black Rose, 1986. Dans le chapitre 3, "Canadian Contribution to the Nuclear Proliferation", l'auteur met notamment l'accent sur la participation involontaire du Canada au développement de la bombe atomique indienne.

¹⁸ DUILANDIN, Catherine, "L'administration Carter et l'exportation d'installations nucléaires sensibles", *Problèmes d'Amérique latine*, vol. XLIV, p. 25.

l'occasion de la vente de son réacteur Candu (KNU 3), le Canada, autre pays-fournisseur, n'accepte de financer ce projet qu'après que le récipiendaire eût renoncé à son entente avec la France¹⁹. La Corée renonce à l'entente en janvier 1976. La Corée commande ensuite 4 nouvelles centrales américaines, ce qui ne l'empêchera pas de solliciter peu après la France pour les 8e et 9e centrales de son programme. Pour ces unités, il est entendu que le carburant sera nécessairement recyclé en France. C'est dans un contexte de forte compétition entre vendeurs et l'intérêt certain du marché coréen, alors que se confirme un net déclin de la demande pour les centrales nucléaires, que la France garantit à la Corée l'approvisionnement illimité en carburant.

Aux prises avec la "Doctrine Carter", la Corée et le Brésil se tournent vers des fournisseurs européens plus libéraux en matière de transferts de technologie et en approvisionnement de carburant enrichi. Celui-ci est produit in situ au Brésil et dans le pays fournisseur, en l'occurrence la France, en ce qui concerne la Corée. Cette tentative de diversifier les sources de fournisseurs rejoint l'intérêt de pays européens qui, dans un contexte de vive compétition internationale entre exportateurs de technologie nucléaire, souhaitent conquérir des marchés lucratifs dans les NPI. Nos deux exemples confirment que la doctrine Carter fut davantage une entrave à l'exportation de la technologie américaine qu'un frein à la prolifération nucléaire comme telle.

4. L'effort de formation et l'endogénéisation de la R&D

La maîtrise de la technologie électro-nucléaire présupposait un saut qualitatif de l'ensemble de l'appareil industriel brésilien, appelé à fournir aux installations un pourcentage, croissant selon l'échéancier de construction des centrales²⁰, des composantes entrant dans leur fabrication. Pour les usines Angra II et III, 30% des composantes seraient fournies par l'industrie nationale; pour l'usine IV, 47%; pour l'usine 5, 60%; pour les usines 6 et 7, 67%, et enfin pour les deux dernières usines, 70%. Cependant, alors que la Kraftwerk Union (KWU) pouvait compter sur un dispositif industriel de plus de 500 firmes allemandes pour ses équipements, le Brésil ne parvenait à aligner qu'un bataillon de 39 firmes d'équipement lourd. Pire encore ces firmes, contrairement à leurs associées européennes, étaient rarement dotées d'une division de R-D; elles demeuraient dépendantes de la R-D intra muros amorcée dans les laboratoires fédéraux comme le CNPq, le centre de technologie aérospatiale (CTA) de São José dos Campos et la Fondation de l'Institut national d'études et recherches (FINEP)²¹. Or, une grande distance scientifique séparait ces recherches du projet de conception allemande. De plus, le réseau reliant ces centres n'était pas évident. Ainsi le CTA relevait des militaires et menait ses recherches sur une base autonome, voire secrète.

Devant ces lacunes, le gouvernement Geisel n'eut d'autre choix que de mettre sur pied le groupe public NUCLEBRAS (*Empresas nucleares brasileiras*), société d'économie mixte, chargée de s'associer à la KWU allemande pour constituer diverses filiales, telles que, pour les équipements lourds, la Nuclebras Engenharia (NUCLEN) dans la proportion de 75% / 25%, la Fabrica. de componentes pesados (NUCLEP), ainsi que diverses entités chargées de la construction du gros-oeuvre (NUCLON), de la prospection du minerai (NUCLAM), de l'enrichissement et du recyclage du combustible (NUCLEI et NUSTEP). Chacune de ces entités sera couplée dans des proportions variables à une firme allemande, pour recevoir la technologie, encadrer la formation des techniciens brésiliens et réaliser l'échéancier du programme. On peut donc parler, dans le cas du Brésil d'une structure d'accueil fortement bureaucratifiée, dont les liens avec les laboratoires gouvernementaux sont plus accentués qu'avec l'industrie nationale. Ce réseau intégré reste encore à l'état de projet.

En effet, les relations entre laboratoires gouvernementaux et industries nationales étaient distantes. N'ayant pas encore été appelées à construire une centrale nucléaire - Angra I levait à peine de terre -, les firmes brésiliennes étaient davantage tournées vers la commercialisation de produits réalisés sous licence qu'impliquées directement dans la recherche fondamentale ou exploratoire. Le transfert technologique de la filière allemande n'était donc pas relié structurellement à la R&D menée au Brésil. Les militaires étant omniprésents au sein des laboratoires comme dans le groupe NUCLEBRAS, le bureaucratisme encadrait l'effort de formation, comme en témoigne la genèse difficile et lente de NUCLON. Ces difficultés persuadèrent la KWU de la nécessité de contrôler de plus près toutes les

¹⁹ Y. - S. HA, "Republic of Korea", dans J. EVERETT KATZ et O.S. MARWAH, Nuclear power in developing countries, (Lexington, Lexington Books, 1982), p. 227-9.

²⁰ PINGUELLI ROSA, Luiz, José Cesário CECCHI et Regina L. NETHER, Transfêrencia de tecnologia nuclear: mitos e realidade, Rio de Janeiro, Area Interdisciplinaria de Energia (AIE) - COPPE, 1984 p. 69.

²¹ Ibid., p. 63 et sq.

étapes du transfert technologique; ce qui explique pourquoi la plupart des postes-clé dans NUCLEBRAS et NUCLEP furent confiés à des Allemands. Ce "contrôle" se resserra de plus en plus, alors que les États-Unis exigent et obtiennent des contrôles accrus de la part du "donateur" afin d'éviter le passage de la filière civile à l'application militaire. Mais, raison plus fondamentale encore, KWU étant responsable de la première étape du programme, elle voyait fondre sa marge de profit dans la mesure où l'implantation subissait des retards.

Parce que le transfert technologique se situait à l'écart de la tradition brésilienne de R&D nucléaire, déjà modeste, les techniciens qualifiés demeuraient peu nombreux et l'ensemble du processus "learning on the job" s'en trouva ralenti. Consciente du problème, NUCLEBRAS chargea NUCLEN de compenser cette faille. Ce qu'elle fit en embauchant ses directeurs techniques en Allemagne et en les chargeant d'organiser au Brésil des programmes de formation. Cette modalité s'avéra lente à réaliser, coûteuse à financer et ouverte aux critiques de la communauté scientifique brésilienne, par ailleurs peu sollicitée. Ce que l'on dénonçait, c'est que les directeurs allemands de NUCLEN choisissent seuls le contenu, les méthodes, les exigences de qualification et la durée de ces programmes, alors que le degré de participation des industries locales était censé être plus important.

La garantie des quatre premières centrales revenant à la KWU, cette firme devait s'assurer qu'un minimum d'adaptations et de modifications de ses réacteurs aurait lieu, de façon à écourter les travaux, réduire les frais de formation, éviter le stockage des composantes sensibles à l'action du temps; tout ceci afin de préserver l'intégrité de sa technologie et réaliser des profits. Tout autre est le point de vue de NUCLEBRAS. Consciente de l'écart important entre le know how national et celui des Allemands, la firme brésilienne choisit d'étaler l'effort de formation de façon à s'assurer dans l'avenir plus de flexibilité et d'indépendance.

La crise de l'endettement étant particulièrement vive au Brésil dès la fin des années 1970, NUCLEBRAS fut entraînée à réduire les contrôles sur la qualité, diminuer le volume et la complexité des matériaux, simplifier les processus technologiques et, en règle générale, étaler l'échéancier de façon à maximiser des ressources humaines et financières réduites²². A titre d'exemple, les réacteurs allemands requéraient l'utilisation de 16 aciers spéciaux; NUCLEBRAS ne pouvait disposer que de 4 alliages d'acier disponibles dans le pays. L'adaptation se fit dans le sens d'une détérioration de la qualité. Les mêmes calculs prévalurent dans la décision d'amincir la coque protectrice des réacteurs, en l'absence de toute réglementation locale sur la sécurité des centrales en cas d'explosion du coeur nucléaire. On peut conclure que NUCLEBRAS, en simplifiant la technologie offerte par l'Allemagne, souhaitait abattre dans le court terme les coûts liés à une audacieuse tentative de "diversification" de la filière électronucléaire. Il est clair que les critères de qualité auxquels répondaient les composantes allemandes étaient inapplicables au Brésil, faute d'infrastructures d'appui à la R&D, voire d'encadrement administratif adéquat²³.

Tout autre nous apparaît la voie coréenne. En 1968, KEPCO lance des appels d'offre pour l'achat de sa première centrale nucléaire dont la construction débute en 1971. Les trois premières unités KNU 1 (Korea Nuclear Unit 1), KNU 2 et KNU 3 sont des contrats clés en main. Les unités KNU 1 et 2 sont commandées à Westinghouse en 1970. Il semblerait que le choix de Westinghouse, à l'époque, se justifie par son origine américaine, les États-Unis sont le principal pays donateur d'aide économique, et son bas prix. La firme américaine Gilbert Commonwealth fournit l'ingénierie. Par la suite en 1976, la Corée commande pour KNU 3 un Candu 600 à Énergie Atomique du Canada Limitée (EACL). Cette diversification s'expliquerait par souci d'économie, le Candu utilise de l'uranium naturel, ce qui ne nécessite pas de procédé d'enrichissement. Les ingénieurs de KEPCO reçoivent alors leur formation chez Westinghouse et chez EACL, de sorte que la Corée, au moment où s'amorce un virage dans la stratégie d'acquisition, détient déjà un savoir-faire dans la construction des centrales, de même qu'une structure de formation technique centralisée, comme nous avons vu plus haut.

Au plan de la gestion, on observe que les Coréens s'impliquèrent plus directement dans l'administration de leur programme nucléaire que les Brésiliens. Ici, les postes-clés furent plutôt confiés à des Allemands, ce qui antagonisa l'opinion et les scientifiques locaux. Au plan de l'intervention, on observe que, dès la réalisation de KNU 3, qui était pourtant un contrat clé en main, le personnel coréen de KEPCO collabora quotidiennement avec EACL sur l'échéancier des travaux et les problèmes

²² BORGES, José C., Le rôle de l'énergie nucléaire la planification énergétique du Brésil, Thèse de doctorat de 3e cycle, Paris, EHESS, juin 1982, annexe XII.

²³ PINGUELLI ROSA, L., et al., op. cit, p. 143.

rencontrés sur le terrain. Au fur et à mesure que le programme avançait, les Coréens prirent conscience que, si la fabrication locale des composantes devait se développer, elle reposerait nécessairement sur une hausse de la dualité. Tel fut le mandat du département de Contrôle de la qualité de KEPCO. A l'opposé, le Brésil accepta le principe d'une détérioration de la qualité, afin de réduire les coûts. En témoignent les difficultés rencontrées sur le terrain lors des projets Angra 1 et 2: À cet égard, les Brésiliens ne suivirent pas le "modèle japonais" de "contrôle de la qualité" adopté par les Coréens.

Cette approche était pourtant essentielle si l'on voulait faire passer la connaissance des scientifiques et des ingénieurs du secteur public aux soustraitants privés. Or, la Corée était soucieuse au premier chef de promouvoir le développement de l'industrie locale. Elle renonça aux projets clés en main pour hausser la participation des firmes locales dans la réalisation des nouveaux projets, qu'il s'agisse d'acquisition des équipements ou de substitution des services d'ingénierie importés. On établit un pourcentage de contenu local, politique connue sous le nom de "indigenization policy", auquel correspond notre concept d'endogénéisation. Il n'est donc pas étonnant que l'implantation de cette politique ait été confiée au département de Contrôle de la qualité de KEPCO; les Coréens étant conscients qu'une sélection rigoureuse des sous-traitants nationaux et la supervision de leurs activités par les ingénieurs les plus chevronnés du secteur public étaient, toutes deux, les étapes critiques de l'endogénéisation de cette technologie²⁴. De manière progressive, on commanda pour KNU 5, 6, 7 et 8 des réacteurs Westinghouse, sur le mode des contrats "décomposés", où les activités des partenaires locaux et étrangers s'emboîtaient étroitement. KOPEC demeurait sous-traitant de l'américaine Bechtel, qui assurait l'ingénierie. On cherchait de cette façon à minimiser le risque.

De 1977 à 1983, 24 employés de KOPEC reçurent une formation pratique chez Bechtel pour KNU 5 et 6, et 45 dans le cas de KNU 7 et 8²⁵. Ainsi de 1979 à 1981, la part de l'industrie locale progressa de 5% à 36%. KHIC obtint, à titre de sous-contractant de Westinghouse, des contrats pour KNU 7 et 8. Les ingénieurs de KHIC firent une formation technique plus poussée chez Westinghouse de sorte que, pour ces deux unités, 15% des réacteurs, 25% des générateurs et la majorité des pièces sous pression purent être de fabrication locale²⁶.

Au Brésil, l'usine Angra 2 de conception allemande fut mise en chantier en 1977. Ce n'est pas avant juin 1981 que NUCLON, après d'énormes difficultés d'organisation, reçut la maîtrise d'oeuvre du chantier, déjà préparé par FURNAS. Les fondations d'Angra 2, entreprises par NUCLEN et KWU, jugées peu sécuritaires par la CNEN, furent démolies, ce qui causa une perte de 325 millions de dollars. Le travail initial avait manifestement été réalisé sans supervision. En janvier 1985, Angra 1 de conception américaine fut finalement inaugurée avec cinq ans de retard et de multiples réparations. Ces surcoûts obligèrent les autorités du régime civil de José Sarney, qui succédait en décembre 1984 au dernier président militaire João Figueiredo, à réévaluer en profondeur l'ensemble du programme²⁷. Au milieu de 1985, la réalisation de l'usine Angra 3, dont on avait entrepris les excavations en 1984, fut retardée sine die faute de ressources financières. Quant à Angra 2, la moitié seulement du gros-oeuvre était alors complété tandis que 90% des équipements importés de RFA avaient été acquis et entreposés au Brésil. L'inévitable décision fut prise par le président Sarney en août 1986. Il fut convenu qu'Angra 2 et 3 seraient complétées à un rythme plus prudent, la première en 1992 et la seconde, si possible, en 1995²⁸. Aucune autre usine ne serait construite. Toutefois la participation de l'industrie nationale dans le "montage" des composantes serait haussée.

La décroissance du programme "civil" eut le mérite de mettre en évidence le "programme parallèle" auxquels se livraient les militaires brésiliens depuis 1981. Une vigoureuse campagne de presse menée au début de la Nouvelle république permit de saisir à São Paulo deux comptes bancaires par lesquels le financement en provenance de la CNEN transitait vers les Forces armées. On finit par savoir

²⁴ CNUCED, op. cit., p. 21. 25. Ibid., p. 43.

²⁵ *ibid.*, p.43.

²⁶ J. K. PARK., "Time lost in manufacture", Nuclear Engineering International, (vol. 31, no 380, mars 1986j, p. 40.

²⁷ Angra 1, conçue pour être construite à un coût de \$ 300 millions US, finit par coûter \$ 1,8 milliard US et ne connut pas moins de 23 interruptions entre 1982 et 1987 à cause de défauts des équipements.

²⁸ Dès la fin de 1986, les travaux sur le site d'Angra 2 sont sporadiquement interrompus; les firmes sous-traitantes congédient massivement. Pour le seul mois de septembre 1986, la firme Norberto Odebrecht licencia plus de mille ouvriers. Le mouvement de liquidation de NUCLEBRAS se confirme; un grand nombre de professionnels de la firme publique passent au secteur privé. Dans "Não há recursos para programa nuclear, diz Aureliano", FOLHA DE SÃO PAULO, 21 octobre 1986.

que celles-ci se livraient à des expériences portant sur le cycle du combustible, que ces recherches pouvaient mener au développement de la bombe atomique mais que, pour le moment, les travaux étaient encore peu avancés, faute de soutien financier.

Pour avoir rencontré plus de succès, la tentative de diversification technologique de la Corée s'avéra néanmoins coûteuse. On se rappelle que KNU 9 et 10 s'inscrivent dans le cadre du contrat avec la société française Framatome. L'ingénierie est alors sous la responsabilité de Framatome et d'Alstom, en association avec KOPEC. Quant à KHIC, elle signa avec les firmes françaises une entente pour la formation technique. Bien que KHIC ait appris beaucoup à partir de son expérience avec les firmes françaises, les coûts furent également très élevés et les délais s'allongèrent. En effet, l'expérience et la tradition de savoir-faire de KHIC étant calquées sur les procédures de Westinghouse, les normes de qualité françaises plus sévères, principalement au niveau des soudures, exigent la préparation de nouvelles procédures de soudage, la requalification des soudeurs et l'application d'un programme de contrôle de la qualité plus sévère.²⁹ Les leçons de cette tentative de diversification technologique ne vont pas tarder à faire évoluer la Corée du Sud vers une rationalisation de ses choix technologiques. Ce fut la politique de "standardisation" de la technologie nucléaire.

En 1987, la Corée choisit d'acheter deux centrales nucléaires selon le nouveau principe. Puisque les transferts de technologie dans le secteur nucléaire sont longs et demandent une expérience prolongée à tous les niveaux, il sera plus facile et plus rapide pour le personnel d'approfondir ses connaissances en travaillant uniquement avec le même type de technologie. C'est pourquoi le gouvernement coréen décida, pour la phase finale de transfert de la technologie nucléaire, d'établir un plan de standardisation à partir des unités KNU 11 et 12, dont le début de la construction débute en 1989. Le choix d'un tel système doit alors être compatible avec la capacité industrielle, les expériences de construction et les pratiques d'ingénierie locales. Le gouvernement coréen souhaite faire appel, pour ces deux centrales, à des firmes étrangères qui agiront à titre de sous-traitants des compagnies coréennes KOPEC et KHIC, responsables des contrats d'ingénierie et de construction. Le pourcentage de travail local prévu pour les unités KNU 11 et 12 est de 70%. Les firmes Combustion Engineering et General Electric seront sous-traitants de KHIC, alors que Sargent and Lundy agira comme sous-traitant de KOPEC. Pour les unités KNU 13 et 14, dont le début de la construction est prévu pour la fin des années 1990, on s'attend à ce que la proportion de fabrication locale soit supérieure à 95%.

Comme on voit, le système de sous-traitance ne se fait pas nécessairement à sens unique. A une certaine étape, le pays récipiendaire devient le maître d'oeuvre et, sans qu'il s'agisse encore d'innovation à proprement parler, la technologie en cause imite par être appliquée avec succès.

5. Conclusions

La Corée et le Brésil, grâce aux conditions internationales créées par la Guerre froide des années 1950, ont accédé assez facilement à la technologie nucléaire. Par la suite, la politique Carter favorisa la diversification des fournisseurs. Elle poussa par exemple la Corée à acquérir deux centrales en France. Cette contrainte, issue de la situation internationale, entraîna la Corée dans une tentative de diversification technologique qui se traduit par une élévation des coûts et un allongement du processus d'acquisition. De son côté, le Brésil fit des choix encore plus ambitieux, qui ont sans nul doute compliqué son apprentissage technologique. À peine avait-il acquis une centrale américaine de type LWR, qu'il se tourna, alors qu'Angra 1 n'était pas encore opérationnelle, vers un fournisseur allemand, qui offrait le transfert de l'ensemble du cycle du combustible, malgré une technologie plus complexe. Dans un premier temps, des facteurs stratégiques internationaux ont donc influencé, voire permis de réorienter les programmes nucléaires des deux pays. Ces facteurs rendirent concevable la diversification des sources de fournisseurs.

Ceux-ci rencontrent par ailleurs des conditions internes plus ou moins favorables à leurs activités. Ces conditions influent sur le rythme et le coût des implantations. Trois conclusions s'imposent à cet égard. D'abord, la cohérence des objectifs de la politique scientifique et technologique doit s'inscrire dans la logique de la stratégie industrielle globale, et ceci à plusieurs titres. Les objectifs généraux doivent être constants et les modalités d'intervention gouvernementales doivent s'exprimer dans le temps et avec une

²⁹ J. K. PARK, op. cit., p. 40.

stabilité qui, l'expérience coréenne en fait foi, resserrent les zones de collaboration entre État et industrie.

Dans le cas coréen, c'est d'ailleurs à partir des grandes firmes locales que se crée un premier noyau d'expertise. L'État veille d'ailleurs à l'accroître, par le biais de ses contrats avec l'étranger. Le personnel ainsi formé est transférable d'un secteur à l'autre à travers la sous-traitance. Ensuite, la défense des investissements coûteux de transferts technologiques d'une telle ampleur ne peut se justifier que dans le cadre d'une stratégie industrielle ambitieuse et cohérente, elle aussi défmie dans le long terxne. La Corée avait un besoin vital de ses centrales nucléaires, pas le Brésil. Les moyens investis dans leur réalisation en témoignent. Les enjeux macro-économiques justifient certains surcoûts, alors que ceux-ci peuvent rapidement mettre un terme à un simple projet de prestige. Enfin les objectifs doivent être bien modulés, tant il est vrai que l'on ne peut précipiter, encore moins improviser l'apprentissage technologique. Les réalisations antérieures sont garantes des tentatives de diversification ultérieures, de même que les contrats clé en main, puis les contrats dits "décomposés" jouent un rôle incontournable dans l'élargissement des possibilités d'endogénéisation du savoir. L'expérience coréenne dans la construction de centrales nucléaires peut sembler encore aujourd'hui limitée et le recours aux services de firmes étrangères pour certaines activités sera encore nécessaire dans l'avenir. Toutefois, par rapport au Brésil dont la participation à la constrcnction est encore réduit, la part de l'industrie coréenne dans le programme atteint tout de même 70% et les centrales construites sont bien plus nombreuses.

Ces observations éclairent d'un jour nouveau l'importance des formes contractuelles des transferts technologiques liant fournisseur et récipiendaire. Il est vrai qu'une compétition agressive entre fournisseurs, qui ofirent un financement avantageux, peut rendre attrayante la tentative d'accéder à des technologies plus sophistiquées, dont les retombées potentielles sur une économie en développement sont indéniables, encore qu'à long terme. Le transfert du cycle complet de traitement du combustible nucléaire peut sembler spectaculaire, mais il n'acquiert tout son sens que si les avtres aspects de la technologie, tels que le montage des centrales, est également et simultanément maîtrisé. D'oix la nécessité de prévoir, dans le cadre même des contrats, des modalités plus précises de collaboration où s'emboftent les contributions respectives des participants. Ainsi pourrait-on éviter, comme ce fixt le cas au Brésil, que les partenaires n'aient la tentation de faire cavalier seul, au détriment de l'échéancier de réalisation ou de la qualité - et de la sécurité - des équipements. Telle est notre deuxième conclusion.

Enfin, on doit aussi conclure que les impératifs militaires, plus on moins avoués, des régimes autoritaires, et le développement de la science et de la technologie sur la base de l'établissement de larges réseaux de participants: administrateurs, ingénieurs et scientifiques, ne font pas bon ménage. Les coûts financiers et, dans ce pays en voie de développement, sociaux de telles stratégies de "montée en puissance" ont fait mentir ceux qui, au Brésil, avaient choisi de développer sur une base expérimentale une filière complexe et coQteuse, comportant l'ensemble du cycle du combustible, plutôt que de se résoudre à signer le TNP et se contenter d'une filière simple mais éprouvée. Pour toutes ces raisons, la diversification technologique demeure encore bien au-delà de la portée d'économies en voie d'industrialisation et aux ressources fi.nancières limitées.

Bibliographie

- ASSOULINE, Gérald, "Les enjeux de la politique énergétique brésilienne", Amérique latine, Paris, CENTRAL, no. 12, octobre-décembre 1982, p. 22 à 28.
- BANQUE MONDIALE
Korean industrial competence: where it came from Washington, 1981, (World Bank staff working paper no. 469), 76 p.
- BORGES, José L., Le rôle de l'énergie nucléaire dans la planification énergétique du Brésil, Thèse de doctorat de 3^e cycle, Paris, EHESS, juin 1982.
- BRED AHL, Dennis W. et G.H.J. PHILLIPS, "Korean Candu commissioned in record time", Nuclear engineering international, vol. 28, no. 346, septembre 1983, 25-28.
- BREWER, Shelby T., "C-E's advanced PWR for the 1990s", Nuclear engineering international, vol. 32, no. 398, septembre 1987, 59-60.
- BURDEAU, Geneviève et Jean CHAPPEZ, "Problèmes internationaux de l'énergie nucléaire: Les difficultés d'une stratégie", dans KAHN, Philippe, De l'énergie nucléaire aux nouvelles sources d'énergie: vers un nouvel ordre énergétique international², Paris, Librairies Techniques. 1979, 279-327.
- COLLIER, David (ed.) et al., The New Authoritarianism in Latin America, Princeton University Press, 1979.
- Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), Anais do seminário "Alternativas para uma política energética", São Paulo, 1986.
- CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LE COMMERCE ET LE DEVELOPPEMENT (CNUCED)
L'approvisionnement en énergie des pays en développement, problèmes de transfert et de développement de la technologie, New York, 1980, 88 p. (document TDB/C.6/31/Rev. 1).
Technology issues in the energy sector of developing countries. Technological impact of the public procurement policy. The experience of power plant sector in the Republic of Korea, New York, 1985, 68 p. (document IDB/C.6/105).
- DAMIAN, Michel, "L'origine du choix nucléaire", dans KAHN, Philippe, De l'énergie nucléaire aux nouvelles sources d'énergie: vers un nouvel ordre énergétique international², Paris, Librairies Techniques, 1979, 19-36.
- DE ARAÚJO, João Lizardo et André GHIRARDI, "Substituição de derivados de petróleo no Brasil: questões urgentes", Pesquisa e planejamento econômico, Rio de Janeiro, Instituto de planejamento econômico e social, Vol. 16, no. 3, décembre 1986, p. 745 à 771.
- DURANDIN, Catherine, "L'administration Carter et l'exportation d'installations nucléaires sensibles", Paris, Problèmes d'Amérique latine, No. XLIV, pages 17 à 25.
- FERREIRA, Evaristo S., Internacionalização da indústria nuclear e capital em relação a-tômicos, Thèse M.S. Rio de Janeiro, UFRJ, février 1986, p. 137.
- FINCH, Ronald, Exporting danger, Montréal, Black Rose Books, 1986, 236p.
- FREEMAN, Christopher, The Economics of Industrial innovation, London, F. Pinter, 2^e éd., 1982.
- GIROTTI, Carlos A., Estado nuclear no Brasil, São Paulo, Editora Brasiliense, 1984.
- GOLDEMBERG, José, Energia nuclear no Brasil: as origens das decisões, São Paulo, Editora Hucitec, 1978.
- HA, Young-Sun, "Republic of Korea", dans KATZ, James Everett et O.S. MARWAH, Nuclear power in developing countries, Lexington books, 1982, 22144.
- JEFFS, Eric, "A major programme under way", vol. 28, no. 338, mars 1983, 49-52.
- LEBRE LA ROVERE, E., L. PINGUELLI ROSA et A. PIRES RODRIGUES, Economia e tecnologia da energia, Brasília, Editora Marco Zero/FINEP, 1985.

- LEIBOUICH, H., J. COLL et K. BACKHAUS, "Good experience of technology transfer", Nuclear engineering international. vol. 27, no. 332, septembre 1982, 39-40.
- MASTERS, Richard, "Korea: moving nearer to self reliance", Nuclt sinc ring international, vol. 32, no. 398, septembre 1987, 43-5.
- NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL, "Korea delays bi 11 and 12", World news review, vol. 30, no. 366, mars 1985, 6. "Korea orders AECL reactors", vol. 33, no. 404, mars 1988, 6-7. "Korea reschedules KNU 11 and 12", vol. 23, no. 350, janvier 1984, 9.
- OMINAMI, Carlos, L'ajustement contre l'industrie: étude des tendances récentes de l'industrie latino-américaine", Paris, Tiers monde, PLTF, t. XXVII, no. 107, juillet-septembre 1986.
- PARK, J.K., "Korea heads for total self sufficiency", Nucléar engineering, international, vol. 31, no. 380, mars 1986, 38-41.
- PARROTT, Michael, "Korea: an expanding economy trying to gain energy independence", Nuclear engineering international, vol. 25, no. 295, (février 1980), 13-14.
- PINGUELLI ROSA, Luiz, José Cesário CECCIL et Regina L. NETHER, Transferência de tecnologia nuclear: mitos e realidade, Rio de Janeiro, Área Interdisciplinária de Energia (AIE) - COPPE, décembre 1984.
- _____, et Regina L. Nether FERREIR, A PIREZ, "O Acordo nuclear com a Alemanha no contexto do modelo e da crise", dans Energia e Crise, L. PINGUELLI ROSA, org. Petrópolis. Ed. Vozes, 1984.
- ROBERTS, G., South Korea to 1990, London, The economist intelligence unit, 1985.
- SALAFF, Stephen, "Korea gets set to standardize", national, vol. 31, no. 389, (décembre 1986), 24-5.
- SPECTOR, Leonard S., The new nuclear nations, New York, Vintage books, 1985, 367 p.
- ALKER, William et Mans LONNROTH George Allen & Unwin, 1983, 203 p.

Abstract

This article concerns the issue of the technological transfer to the so called countries in process of development analysing the example of nuclear energy in Brazil and South Korea.