

Zeitschrift: Revue économique franco-suisse
Herausgeber: Chambre de commerce suisse en France
Band: 55 (1975)
Heft: 3

Artikel: L'effort nucléaire français
Autor: Ginocchio, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-886809>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'effort nucléaire français

En France, comme dans d'autres pays, la « crise du pétrole » a sensibilisé aux questions énergétiques, une opinion publique jusqu'ici assez peu attentive. Ce brusque réveil s'est traduit par une certaine difficulté à évaluer à sa juste mesure l'effort nucléaire français.

L'accélération des programmes nucléaires a pu apparaître à certains comme un effort « improvisé » pour répondre à la crise. D'autres l'ont ressenti comme un effort brutal, financièrement peu supportable, voire comme une véritable mutation.

Il apparaît utile de faire le point sur l'actuel effort nucléaire français, d'examiner sa signification par rapport à la politique énergétique française et sa place dans le développement de l'électronucléaire en France, de juger de la cohérence de l'ensemble des maillons de la « chaîne nucléaire », enfin de prendre la mesure financière de cet effort.

Les choix de politique énergétique française

Le tournant nucléaire

Durant les deux dernières décennies, la croissance de la consommation énergétique s'est située à environ 5 % par an. L'essentiel de cette augmentation a été couvert par le pétrole, les autres sources d'énergie se maintenant à leur niveau antérieur. La part du pétrole dans le bilan énergétique français n'a donc cessé de grandir, passant de 21 % en 1952 à 67 % vingt ans plus tard. D'une époque dominée par le charbon, nous sommes ainsi passés à une époque dominée par le pétrole.

Or, il n'est pas de domination sans risque. Cette considération a conduit les Pouvoirs Publics et Electricité de France (EDF), dès la fin de la précédente décennie, à élaborer un véritable programme d'équipement nucléaire en rupture de rythme avec les expériences diversifiées des 15 années antérieures.

En 1969 le programme d'équipement d'EDF fait déjà au nucléaire une place importante avec plus de la moitié des dépenses de Grand Equipement.

Début 1973, ce programme est renforcé après les conclusions de la Commission PEON — Commission Consul-

tative pour la Production d'Electricité d'Origine Nucléaire —. De 8 000 MW il est porté à 13 000 MW pour la période 1973-1978.

L'accélération

La brutale augmentation du prix du pétrole de l'automne 1973 a eu pour conséquence, en déséquilibrant la balance commerciale des pays importateurs, de pousser les gouvernements à des mesures visant à l'économie de pétrole. Parmi celles-ci, l'accélération du programme nucléaire a paru une des plus efficaces, du fait que la substitution du nucléaire au fuel dans la production d'électricité était devenue une opération particulièrement rentable.

En mars 1974, M. Pierre Messmer, Premier Ministre, annonce l'engagement de 13 tranches nucléaires pour les deux seules années 1974 et 1975.

En janvier 1975, le Gouvernement décide un effort de même ampleur pour les deux années suivantes : 1976 et 1977.

Cet effort immédiat n'exclut pas cependant une certaine prudence pour la suite, et M. Michel d'Ornano, Ministre de l'Industrie et de la Recherche, déclare, lors du débat parlementaire consacré à la politique énergétique :

« Les seules décisions portent sur le programme à réaliser en 1976 et 1977, qui nécessitent une préparation industrielle dès maintenant et qui doivent s'appuyer sur les techniques actuelles. Au delà de 1977, aucune décision n'est prise et les possibilités de choix demeurent ouvertes. L'approche sera pragmatique et prudente. Les choix seront fonction des données énergétiques, économiques et industrielles du moment ».

Ce souci d'adaptation à la conjoncture ne compromet pas cependant la continuité de l'effort. Celui-ci s'inscrit en effet dans une planification à moyen et long terme définie par le Conseil Central de Planification du 1^{er} février 1975 et dont on peut résumer ainsi les orientations pour les 15 ans à venir :

- freinage de la consommation : l'objectif visé en 1985 est de 360 MTEC, ce qui représente un taux de croissance de 3 % par an au lieu de 5 % précédemment ;
- accroissement supporté essentiellement par le nucléaire et, à un moindre titre, par le gaz naturel ;

— apparition des énergies nouvelles (solaire et géothermie).

Ainsi, tributaire à 76 % de l'importation pour son approvisionnement énergétique en 1974, la France verrait ce taux ramené à 60 % en 1985 et même à moins, en cas de découverte de pétrole dans l'off-shore.

Le choix fait par les Pouvoirs Publics aboutit alors à

faire passer, dans le bilan énergétique national, l'électricité — vecteur obligé de l'énergie nucléaire — de 20 % dans un passé récent à un peu plus du tiers d'ici 1985. L'effort nucléaire a donc pour corollaire un effort de pénétration de l'électricité sur le marché de l'énergie, confirmant le « tournant commercial » amorcé par EDF depuis plusieurs années.

TABLEAU 1
Consommation d'énergie primaire en France
(exprimée en Mtec (1))

	1952	1960	1965	1970	1973	1974	1985
Pétrole	20,8	40,3	74,6	130,8	177,3	164,1	145
Charbon	69,4	70,2	68,5	57,2	45,9	46,3	45
Gaz naturel	0,4	4,5	7,9	14,2	22,6	23,9	55
Hydraulique	7,5	13,3	16,1	20,4	15,8	18,8	20
Nucléaire	—	0,1			4,7	4,7	90
Énergies nouvelles	—	—	—	—	—	—	5
Solde exportation électrique.	—	—	—	—	- 1,1	—	—
Total	98,1	128,4	167,1	222,6	265,2	257,8	360

(1) Afin de pouvoir faire aisément des bilans énergétiques, on compare les possibilités des sources d'énergies à celles que procureraient le charbon. L'unité est le tec (tonne d'équivalent charbon) ou le Mtec (million de tonne d'équivalent charbon). Les équivalents sont : 1 million de tonnes de pétrole = 1 milliard de m³ de gaz naturel = 1,5 Mtec; 1 milliard de kWh = 1 TWh = 1/3 Mtec

(2) Prévisions faites en février 1975 (Conseil de Planification).

Les choix électro-nucléaires

L'acquis historique

C'est de plus de 15 ans que date la première mise en service industrielle de centrales nucléaires à des fins de production d'énergie électrique. Aujourd'hui le parc comprend 10 tranches nucléaires (ou réacteurs) réparties sur 7 sites, d'une puissance électrique totale de 2 880 MW et construites selon plusieurs techniques :

- La technique uranium naturel-graphite-gaz a été utilisée pour 7 réacteurs. Les puissances unitaires atteintes dans cette technique sont de l'ordre de 500 MW et une centrale de ce type a été construite à Vandellós en coopération franco-espagnole.
- La technique à eau lourde a été expérimentée à Brennilis avec un réacteur de 70 MW.
- La technique uranium enrichi-eau légère a fait l'objet d'une coopération franco-belge à Chooz où un réacteur de 280 MW a été construit par Framatome, Westinghouse et des entreprises belges.
- La technique des surgénérateurs à neutrons rapides a été poussée jusqu'au stade industriel avec Phénix, d'une puissance de 250 MW.

Rappelons enfin que les premiers réacteurs industriels construits en France (G1 de Marcoule et Chinon 1) ont été retirés de service, respectivement en 1968 et 1973.

Le choix des filières

L'accélération des programmes nucléaires rendait nécessaire de passer d'expériences individuelles à des séries plus importantes et, dans ce but, de faire un choix parmi les diverses techniques en compétition.

La technique à eau lourde n'apparaissait pas intéressante sur le plan économique et était abandonnée.

La technique à uranium naturel-graphite-gaz possédait plus d'atouts. Elle offrait l'avantage de ne pas nécessiter d'uranium enrichi ni d'eau lourde, matières dont la France ne pouvait pas disposer au début de son effort nucléaire. Elle avait permis de mener à leur terme des réalisations industrielles importantes.

Mais cette filière, qui présentait des sujétions quant à la surveillance et au renouvellement du combustible, n'avait été pratiquement adoptée qu'en France et en Grande-Bretagne ; la plupart des pays industriels avaient choisi ou s'approprièrent à opter pour la technique à eau légère. De ce fait, l'industrie électronucléaire française risquait donc de rester technologiquement isolée et de voir se fermer ses futurs débouchés à l'exportation.

De plus, la France avait acquis, entre temps, des connaissances suffisantes sur l'enrichissement de l'uranium, par la mise en service dès 1967 du complexe de séparation isotopique de Pierrelatte, pour escompter son autonomie future d'approvisionnement en combustible enrichi.

D'autre part, EDF avait déjà participé ou allait prendre part à la réalisation de projets de centrales à eau légère et uranium enrichi, à Chooz et Tihange (Belgique) en coopération avec les Belges, sous licence Westinghouse. Une bonne expérience avait été acquise par le CEA (1) en matière de centrales à eau légère par la mise au point des appareils propulsifs de sous-marins et du prototype à terre « PAT » de Cadarache.

(1) Commissariat à l'Énergie Atomique.



Centrale de Bugey.

L'ensemble de ces facteurs, auxquels s'ajoutent des considérations économiques, conduit le Gouvernement à se prononcer en 1969 pour la suspension du programme de la filière graphite-gaz et en faveur des techniques à eau légère.

— La filière retenue comporte, de par le monde, deux grandes variantes : le système à eau pressurisée (PWR) et le système à eau bouillante (BWR).

Après avoir envisagé de laisser se développer les deux systèmes, le Gouvernement décide en 1975 de renoncer au système BWR. Par voie de conséquence, Framatome, filiale de Creusot-Loire et de Westinghouse devient l'unique constructeur de centrales de la filière uranium enrichi-eau légère.

Corrélativement, le Conseil Interministériel du 6 août 1975 prévoit que la CEA reprend une partie des intérêts de Westinghouse dans Framatome, ceci afin d'accroître la participation française au développement international de la filière.

La concentration des efforts présents

Cet ensemble de choix conduit en définitive à un effort très concentré. Tous les programmes en cours utilisent la même chaudière PWR, fabriquée par Framatome, qui permet d'avoir une puissance électrique de 900 MW.

L'étape suivante de cette filière sera constituée par la chaudière PWR de 1300 MW du même constructeur.

Au titre du programme 1970-1973, sont en cours de construction 6 unités à mettre en service en 1976-1978 :

- Fessenheim 1 et 2,
- Bugey 2, 3, 4 et 5.

Au titre du programme 1974-1975 sont, ou vont être engagées 13 unités, dont la mise en service est prévue pour 1979-1981 :

- Gravelines B1, B2 et B3,
- Saint-Laurent-des-Eaux B1 et B2,
- Tricastin 1, 2, 3 et 4 (destinés à l'usine d'enrichissement EURODIF),
- Dampierre 1, 2 et 3,
- Blayais 1.

Au titre des engagements de 1976-1977 est prévu un programme de 12 000 MW non encore ventilé.

En ce qui concerne Framatome, on doit ajouter les commandes de chaudières pour Tihange 2 et Doel 3 (Belgique) ainsi que pour Iran 3 et 4 (Iran).

La préparation du futur

Cet effort important dans la voie des techniques actuelles est complété par une préparation des filières de demain.

Une des plus sûres est celle des surgénérateurs à neutrons rapides refroidis au sodium. Dans ce domaine, avec la construction de Phénix, la France a acquis un avantage certain. Cette centrale, en service depuis deux ans aura bientôt produit 2 milliards de kWh avec un fonctionnement très régulier. Ce succès est à l'actif des chercheurs du CEA qui y travaillent depuis plus de 15 ans

mais aussi de l'étroite collaboration entre les diverses parties prenantes : CEA, EDF et les constructeurs (Groupes CGE et Fives-Cail-Babcock).

L'étape suivante dans cette filière sera marquée par la construction du surgélateur super Phénix de 1 200 MW.

SITUATION DES ÉQUIPEMENTS NUCLÉAIRES D'EDF AU 1^{er} OCTOBRE 1975

TERMINÉS		EN CHANTIER	
Filière uranium naturel-gra- phite-gaz		Filière PWR	
Marcoule G ₁ (*)	3 MW	Fessenheim 1	} Puissance unitaire 900 MW
G ₂	} 78	Fessenheim 2	
G ₃		Gravelines 1	
Chinon 1 (*)		2	
2	70	Tricastin 1	
3	200	2	
Saint-Laurent 1	480	Saint-Laurent 3	
2	515	4	
Bugey 1	540	Bugey 2	
Vandellos (Esp.)	480 (a)	3	
Filière uranium-eau lourde- gaz		4	
Brennilis	70 MW	5	
Filière uranium enrichi-eau légère pressurisée (PWR)		Dampierre 1	
Chooz	283 MW (b)	2	
Tihange (Belg.)	900 (c)		
Surgénérateurs à neutrons rapides			
Phénix	233 MW		

(*) Retiré de l'exploitation.

(a) Coopération industrielle franco-espagnole avec participation EDF.

(b) Coopération industrielle franco-belge avec participation EDF.

(c) Coopération industrielle franco-belge avec participation EDF.

Production, enrichissement et retraitement de l'uranium

La production d'électricité nucléaire se situe dans un ensemble complexe comportant en amont, élaboration des combustibles, en aval, élimination des déchets et récupérations. L'effort nucléaire français porte sur l'ensemble des maillons de cette chaîne.

La consommation d'un réacteur nucléaire de 900 MW est, pour sa première charge, de 75 tonnes de combustible et pour les charges annuelles ultérieures, du tiers de cette valeur. Le combustible est obtenu par une concentration jusqu'à 3,3 % — soit un facteur d'enrichissement voisin de 5 — de la part d'U 235 contenue dans l'uranium naturel. Il se pose donc un problème de production d'uranium naturel et un problème d'enrichissement.

La France est bien placée pour la production d'uranium : son sous-sol en contient environ 100 000 tonnes exploitables et la production actuelle est de 1 800 tonnes par an. Jusqu'en 1985, la France produira donc sur son

sol la moitié de l'uranium naturel qui lui est nécessaire, le complément provenant d'importations.

En ce qui concerne l'enrichissement, une usine est en construction sur le site du Tricastin au bord du Rhône. Elle entrera en service en 1979. Cette usine est construite par le groupement EURODIF, auquel participe un ensemble de pays européens et l'Iran (1).

La production sera de 10,8 MUTS (2) et la part réservée à la France de 4,5 MUTS représentant plus des 2/3 des besoins français en 1985.

Reste le retraitement. Cette opération consiste à traiter les combustibles utilisés dans la centrale, afin d'éliminer les déchets et de récupérer les produits de fission ainsi que le plutonium formé au cours de la réaction. C'est un domaine sur lequel il n'est pas possible de « faire l'impasse ». Le retraitement sera effectué selon un procédé mis au point par le CEA. Il se fera à l'usine de La Hague, qui démarrera à fin 1975 pour atteindre, cinq ans plus tard, une capacité de 800 t/an. Dans ce domaine également, le CEA fait œuvre de coopération internationale en participant à la société United Reprocessors dont les deux autres actionnaires sont la Société britannique BNFL — British Nuclear Fuels Limited — et le groupement allemand KEWA — Kernbrennstoff Wiederaufarbeitung GmbH —.

Aspects financiers

Face à un effort de cette ampleur, on a pu se demander — et ce fut un des arguments de la contestation — si le poids financier ne risquait pas d'être prohibitif.

De fait, l'investissement par kW électrique installé est plus élevé pour le thermique nucléaire que pour le thermique fuel : 1 710 F/kW dans le premier cas et 990 F/kW dans le second, ceci pour une centrale constituée de quatre tranches sur réfrigérants atmosphériques aux conditions économiques de janvier 1975.

Mais le coût du fuel pèse d'un tel poids qu'il compense très largement ce surcroît d'investissement. Le coût du kWh nucléaire est presque la moitié du coût du kWh fuel :

6 centimes contre 10,84 centimes aux conditions de janvier 1975.

Même si on se limite aux seuls problèmes de financement, l'intérêt du nucléaire reste entier. Dans cette hypothèse en effet il faut replacer les investissements d'EDF dans l'ensemble des investissements énergétiques. Or il s'avère que le développement du nucléaire conduit à une baisse des investissements dans les chaînes pétrolières telle que, globalement, en 1980 les investissements énergétiques ne devraient pas dépasser le niveau actuel. Le choix nucléaire n'induit donc pas un effort financier supplémentaire au plan national.

Du strict point de vue de l'entreprise, les investissements nucléaires d'EDF ne doivent pas non plus être surestimés. Certes l'accroissement rapide des investissements de grand équipement est réel mais il n'est pas déraisonnable quand on le replace à long terme. En effet, les dernières années ont vu une stabilisation des investissements d'EDF et, même au plus fort de la charge nucléaire, la part dans l'investissement national (1) ne sera pas plus importante que celle due à l'hydraulique pendant les années de pointe en 1955 et 1960.

Pour appuyer ces affirmations, nous citerons quelques chiffres :

Les investissements nucléaires d'EDF seront en 1975 de 2,9 milliards de F (F 1975 hors taxes) sur un total de 9 milliards de F. Le maximum sera atteint en 1980/1982. Il sera alors, en supposant le maintien de l'effort actuel, de 9 à 9,5 milliards de F pour un investissement total de 15 milliards de F.

La part d'EDF dans l'ensemble des investissements de la Nation (3) n'a jamais cessé de décroître depuis 1959 (5,7 %) époque dominée par les lourds investissements hydrauliques jusqu'en 1973 (2,4 %). Elle atteindra son maximum en 1977, soit 3,4 % et ne représentera à cette époque que 1 % de la production nationale (4).

Enfin, la comparaison entre l'investissement nucléaire et celui réalisé dans d'autres secteurs tels que les télécommunications et les logements révèle le caractère important, mais non prédominant, du programme d'équipement nucléaire et des grands travaux qui l'accompagnent.

TABLEAU 3
Aspects financiers de l'effort nucléaire

	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Part du nucléaire dans l'investissement EDF.	5,8 %	11,0 %	8,1 %	31,9 %	64,6 %	54,4 %
Part de l'hydraulique dans l'investissement EDF	26,4 %	20,8 %	8,8 %	6,4 %	1,6 %	0,55 %
Part d'EDF dans l'investissement national .	5,1 % (*)	3,9 %	2,7 %	2,8 %	3,3 %	2,4 %

(*) Le maximum a été atteint en 1959 avec 5,7 %.

(1) Avec les pourcentages suivants : SOBEN (Belgique) 11,1 % - ENUSA (Espagne) 11,1 % - AGIP (Italie) 12,5 % - CNEN (Italie) 12,5 % - SERU (France) 27,8 % - Société franco-iranienne de financement 25 %.

(2) Un MUTS désigne un million d' « Unités de travail de séparation isotopique ». Un MUTS permet d'obtenir du combustible enrichi correspondant à la première charge de 4 réacteurs actuels, soit 3 600 MW.

(3) Mesuré en termes de comptabilité nationale par la FBCF — ou formation brute de capital fixe — qui comprend les investissements et les dépenses de renouvellement et de gros entretien.

(4) Mesurée par la PIB (production intérieure brute).