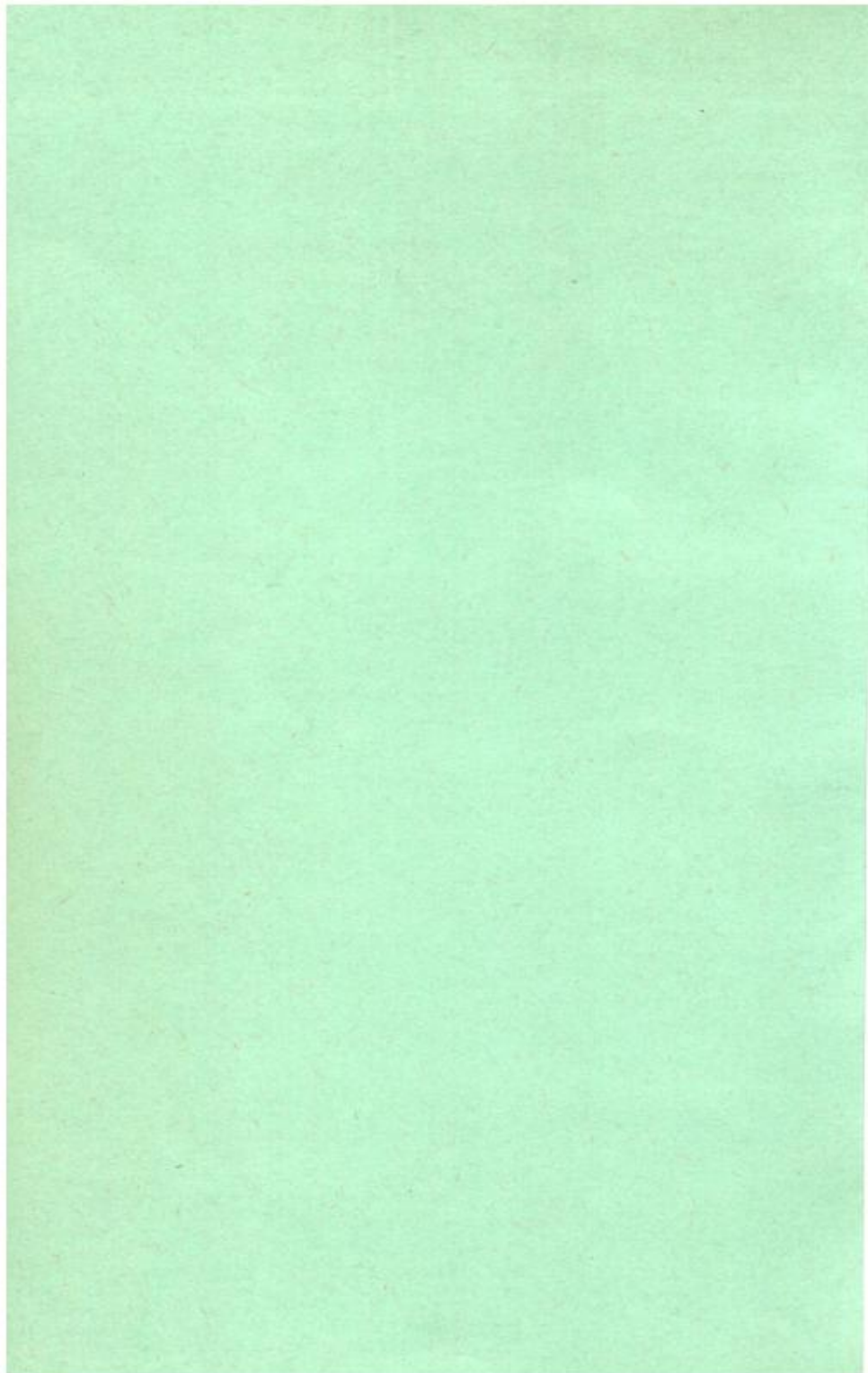


Y. L. BOULLIS

LE NUCLEAIRE EST-IL
RENTABLE ?

DOSSIER ECONOMIQUE DE L'ELECTRONUCLEAIRE



AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Ce livre ne veut pas être un réquisitoire sans appel contre l'électricité nucléaire. Il ne veut pas non plus être un plaidoyer sans réserves pour notre parc de centrales nucléaires. Il veut seulement être une étude économique, aussi honnête que possible, de l'ensemble des conséquences du choix du nucléaire. C'est donc de façon tout à fait consciente que de nombreux problèmes liés à ce choix (sécurité, caractère démocratique des choix, déchets, liens éventuels avec le nucléaire militaire, etc...) ne seront pas abordés ici sauf par le biais de leurs implications économiques.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	7
PREMIERE PARTIE : LE PRIX DE REVIENT DE L' ELECTRI- CITE NUCLEAIRE	11
GENERALITES	13
LES DONNEES OFFICIELLES	15
ANOMALIE ET OMISSIONS	21
L'anomalie	21
Première omission: l'endettement d'E.D.F	25
Deuxième omission: le prix de la recherche	30
Troisième omission: le déclassement	34
Conclusion	37
EVOLUTION	41

TABLE DES MATIERES

Le projet durée de vie	41
L'évolution du nombre de centrales à construire	46
L'effet dollar	48
L'effet pétrole	55
Conclusion	60
LE PRIX DE VENTE DE L'ELECTRICITE	64
Electricité nucléaire = électricité chère?	66
L'électricité nucléaire: un luxe pour la France	69
DEUXIEME PARTIE: L'IMPACT ECONOMIQUE DU NUCLEAIRE	71
INTRODUCTION	73
L'INVESTISSEMENT: QUEL MEILLEUR USAGE?	74
L'effet sur l'emploi	74
Energie produite et énergie économisée	76
Les effets induits	77
Le champ des économies d'énergie	78
Doit-on subventionner les économies d'énergie	79
Conclusion	84
LE CHAUFFAGE ELECTRIQUE INTEGRE	85
La consommation d'électricité du C.E.I	86
Le coût pour l'utilisateur	90
Autres conséquences économiques du C.E.I	93
Conclusion	94
LES EXPORTATIONS D'ELECTRICITE	95
Le coût marginal de production: qu'est ce que c'est?	97

TABLE DES MATIERES

Les conséquences de la théorie des coûts marginaux	97
De la théorie à la pratique	98
Bonne affaire pour E. D. F , mauvaise pour la France	99
CONCLUSION	101
CONCLUSION	103
La remise sine die de toute nouvelle construction	104
Et si le nucléaire redevenait rentable?	105
Côté consommation	106
Le nucléaire: un art coûteux	107
ANNEXES	109
1.PRIX DE REVIENT DE L' ELECTRICITE PRODUITE PAR LES CENTRALES SURGENERATRICES	111
Un surgénérateur: qu'est-ce que c'est?	111
L'économie du surgénérateur	112
Une réponse à la pénurie d'uranium	113
2.COMBIEN DE CENTRALES NUCLEAIRES RENTABLES EN 1985?	115
Puissance utile: la monotone	115
Evaluation du suréquipement	116
Et en 1986?	118
Conclusion	119
3.A COUT EGAL, QUELLE CENTRALE CHOISIR?	121

TABLE DES MATIERES

4.LE COUT DE L'ACCIDENT	124
Le coût des incidents	125
Le coût d'un Tchernobyl français	125
Les conséquences économiques du vrai Tchernobyl	126
Conclusion	128
5.EQUIVALENCES ENERGETIQUES	129
Consommation d'énergie	131
Indépendance énergétique	132
Efficacité énergétique	133
Conclusion	135
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	136

INTRODUCTION

Electricité nucléaire = électricité nécessaire
électricité nucléaire = électricité pas chère

Ces deux équations résument assez bien les postulats sur lesquels repose le formidable développement du programme électronucléaire français depuis le début des années 70. Le premier de ces postulats est que la croissance de la consommation d'électricité est inéluctable, il existe même une "loi" du doublement de la consommation électrique tous les dix ans. Pour répondre aux besoins, un programme électronucléaire très important est donc indispensable. Le second postulat est que le nucléaire est le moyen le moins onéreux de produire de l'électricité. Edictés par les gouvernants à l'époque du premier choc pétrolier, repris depuis lors par tous les gouvernements successifs, diffusés par l'ensemble des médias, clamés par E.D.F, le producteur national d'électricité, ces postulats ont fortement imprégné l'ensemble de la population française et ont été élevés au rang de vérité révélée, quasi-divine.

INTRODUCTION

Et puis, le temps a fait son oeuvre. Les prévisions de croissance énergétique se sont montrées régulièrement surestimées, la consommation d'électricité n'a pas cru au rythme escompté malgré de gros efforts pour convaincre individus et entreprises qu'en dehors de l'électricité il n'y avait pas de salut. Les gouvernants, eux-mêmes, ont du se rendre à l'évidence : le programme électronucléaire avait été largement surdimensionné. On s'est contenté de ne plus construire que 2 réacteurs nucléaires par an, puis tout récemment un seul par an et peut-être même un tous les dix-huit mois.

Si la première équation, sur le caractère nécessaire, voire indispensable, d'un puissant programme électronucléaire s'est écroulée, il reste la seconde. Le nucléaire est économiquement préférable à tous les autres moyens de production d'électricité. Cet argument revient depuis plus de dix ans dans la bouche des responsables politiques et des décideurs. Elle est encore admise comme une vérité par la majorité de nos concitoyens. Dans un sondage de l'automne dernier (1), alors que 52% des français disaient qu'il ne faut plus construire de nouvelles centrales nucléaires, 55% de nos concitoyens restaient persuadés de la rentabilité économique de ce type de centrale. Cependant, les français n'ont que peu d'éléments pour juger de cette rentabilité.

Comment peut-on juger de l'intérêt économique de l'électricité nucléaire? On peut se contenter de calculer son prix de revient et de le comparer à celui de l'électricité fournie par d'autres sources. C'est ce qui sera fait dans la première partie de cet ouvrage en utilisant les prix officiels mais aussi en cherchant si ces prix sont calculés de façon économiquement réaliste.

Mais cette manière de juger de la rentabilité est réductrice. c'est pourquoi, dans une seconde partie,

INTRODUCTION

nous essaierons de voir l'impact économique global de la production d'électricité nucléaire.

Quelques annexes terminent l'ouvrage. Elles concernent le prix de revient de l'électricité dans le cas des centrales surgénératrices, l'évaluation du nombre de centrales nucléaires économiquement justifiées en 1985, une méthode pour choisir une centrale lorsque les prix de revient sont équivalents, le coût d'un accident dans une centrale nucléaire et une étude des équivalences énergétiques.

En ce début d'année 1987, toutes les données relatives à l'année 1986 ne sont pas encore disponibles. Nous utiliserons donc, de façon générale, des données de l'an 1985.

Les nombres entre parenthèses dans le texte renvoient aux références bibliographiques en fin d'ouvrage.

PREMIERE PARTIE :
LE PRIX DE REVIENT
DE L' ELECTRICITE
NUCLEAIRE

GENERALITES

Que faut-il pour produire de l'électricité? La première chose, indispensable, est une usine de production. Elle peut être centrale thermique classique, centrale thermique nucléaire, usine hydroélectrique, voire marémotrice ou même centrale solaire thermique ou photovoltaïque; quoi qu'il en soit, il y a toujours une usine de production. Mais cette usine ne peut fonctionner seule. Il lui faut des hommes pour la faire produire, de l'huile pour en graisser les rouages, du papier pour y remplir les formalités administratives; en un mot, notre usine de production, il faut l'exploiter. Enfin, dans tous les cas, il faut l'alimenter avec un "combustible". Il peut être de l'eau ou du soleil, mais aussi un combustible plus classique: charbon, pétrole, gaz ou combustible nucléaire.

Le prix de revient de l'électricité produite sera composé de chacun des éléments que nous venons de décrire: prix de l'investissement qu'il a fallu faire pour construire la centrale de production, prix de

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

l'exploitation de cette centrale, prix, enfin, du combustible utilisé dans la centrale. Ce dernier n'est gratuit que dans le cas du soleil et de l'eau.

En réalité, ceci donne le prix de revient de l'électricité à la sortie de la centrale. Si on veut ce prix à l'arrivée chez le consommateur, il faut lui ajouter le coût du transport de l'électricité et celui de sa distribution. Mais ces coûts sont indépendants de la façon dont l'électricité est produite. Nous n'en tiendrons donc pas compte dans cette étude.

Les besoins en électricité ne sont pas répartis uniformément tout au long de l'année. En conséquence, toutes les centrales électriques ne sont pas utilisées en continu. Or, qu'elle fonctionne ou non, une centrale vieillit (elle vieillit cependant un peu moins vite si elle ne produit pas), le personnel d'exploitation est payé que la centrale soit utilisée ou non (mais il faut un peu moins d'huile dans les rouages d'une centrale à l'arrêt). Seul, en principe, le combustible n'est utilisé que lorsque la centrale fonctionne. Ces différentes constatations font que le prix de revient de l'électricité varie avec la durée d'utilisation de la centrale qui la produit. Plus une centrale fonctionne souvent, moins l'électricité produite est chère. On a donc tout intérêt à ce que la production électrique soit aussi constante que possible d'un bout de l'année à l'autre (en jargon d'électricien, on dit qu'il faut écrêter la monotone) pour que le maximum de centrales soient utilisées de façon continue (on dit en base).

LES DONNEES OFFICIELLES

Périodiquement, un groupe de travail animé par le ministère de l'industrie calcule le prix de revient de l'électricité qui serait fournie par les différents types de centrales (au fioul, au charbon ou nucléaire) qu'E.D.F est susceptible de construire. C'est à partir de ces coûts de référence que s'effectue le choix du programme d'équipement d'E.D.F. Les évaluations faites reposent sur un certain nombre d'hypothèses qu'il faut réactualiser, d'où la réunion périodique du groupe de travail. Les calculs publiés en 1985 (2) sont donnés dans le tableau I. Ils concernent des centrales qui seraient mises en service en 1992. Dans ce tableau, on peut constater que 3 prix différents sont donnés, pour une même durée de fonctionnement, d'une part pour l'investissement nucléaire et d'autre part pour le combustible charbon. Ces trois prix sont les valeurs minimum, médiane et maximum d'une fourchette dans laquelle les experts estiment que les prix considérés devront se trouver. Ces fourchettes sont liées à différentes hypothèses sur la variation des coûts et à

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

TABLEAU I: Coûts officiels des kilowatts-heure nucléaire et charbon

Durée d'appel	Base (8 760 h)	4 000 h	2 000 h
NUCLEAIRE			
Investissements	11,4/12 / 12,6	22,1/23,3/24,5	43,5/45,8/48,1
Exploitation	4,3	8,4	16,4
Combustible	6,4	7,1	8,4
Total	22 / 23,5	37,5 / 40	68,5 / 73
CHARBON			
Investissements	8,2	15,1	30,3
Exploitation	3,5	6,7	13,4
Combustible	16,5/20,9/24,9	16,5/20,9/24,9	16,5/20,9/24,9
Total	28 / 36,5	38,5 / 46,5	60 / 68,5
Désulfuration	2,9 / 2,4	3,3 / 4,4	4 / 6
Total avec désulfuration	31 / 39	41,5 / 51	64 / 75

Source: rapport de Monsieur Georges Sarre, rapporteur pour l'énergie au nom de la commission de production et des échanges de l'Assemblée nationale sur le projet de loi de finances 1986. (2)

Les 3 coûts pour l'investissement nucléaire et le combustible charbon sont les valeurs minimum, médiane et maximum d'une fourchette de prévisions. De même le coût de la désulfuration dépend du procédé employé. Pour les totaux, on donne les extrêmes des fourchettes de prévision.

LES COÛTS SONT EN CENTIMES DE 1985 PAR KILOWATT-HEURE

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

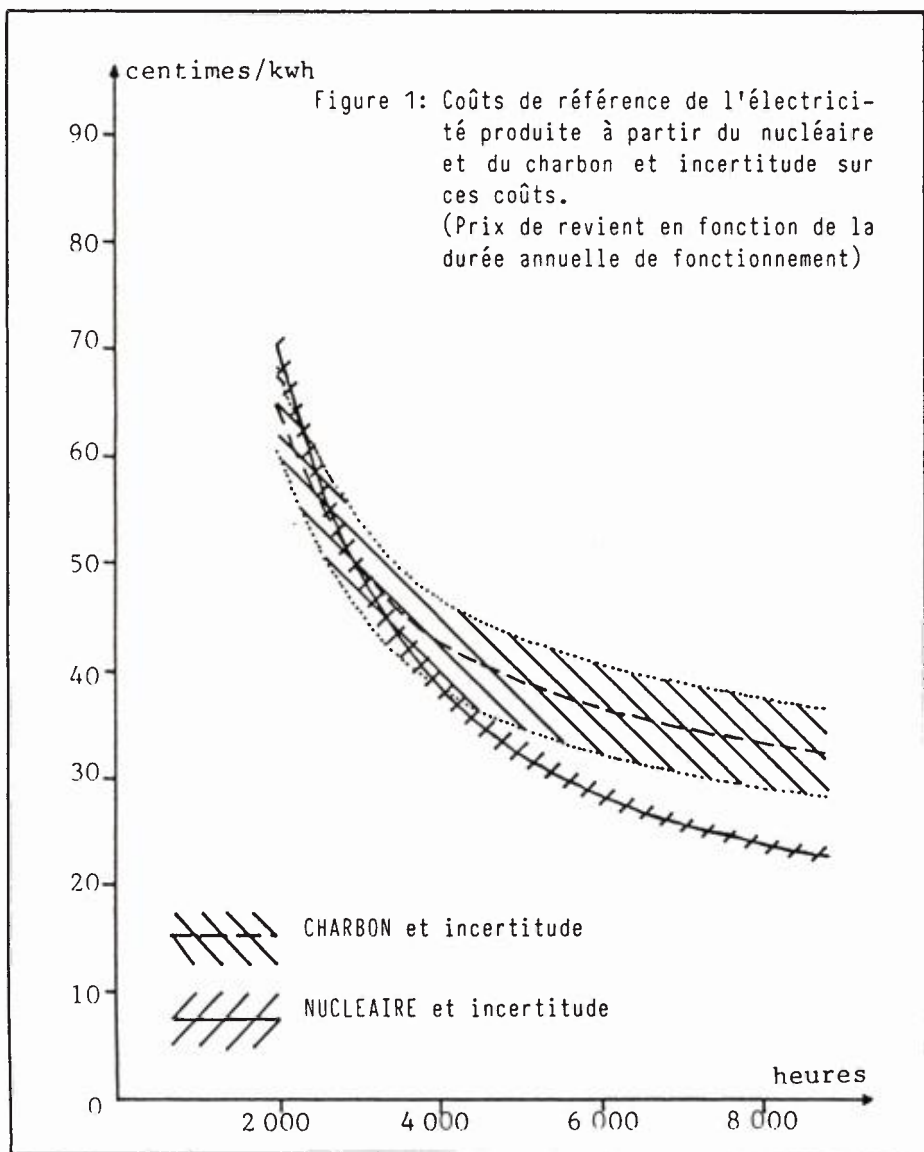
différents taux d'actualisation de ces coûts. En raison des fourchettes sur les prix élémentaires, les prix de revient globaux, tant pour le nucléaire que pour le charbon, sont des fourchettes dont les deux extrémités sont données dans le tableau. De la même façon, le coût de la désulfuration dépend du procédé retenu d'où la fourchette qui est donnée, là aussi.

Les prix de revient ainsi déterminés nous ont aussi permis de tracer les courbes de la figure 1. Les deux courbes donnent l'évolution du prix de l'électricité produite à partir du nucléaire ou du charbon en fonction de la durée de fonctionnement de la centrale. Chaque courbe est entourée d'une zone hachurée qui traduit l'incertitude sur la connaissance des prix. Les zones hachurées sont représentatives des fourchettes du tableau I.

Les deux courbes de la figure 1 se croisent pour une durée de fonctionnement d'environ 3 100 heures. On dit que c'est la durée de fonctionnement d'équilibre entre les deux procédés de production d'électricité. Pour une durée de fonctionnement supérieure, il est plus rentable que la centrale électrique soit nucléaire (c'est la courbe du nucléaire qui est au-dessous de celle du charbon). Pour une durée de fonctionnement inférieure à 3 100 heures, la production à partir du charbon devient plus rentable.

Comme les prix de revient sont entachés d'une incertitude représentée par les zones hachurées, la durée d'équilibre n'est pas un point mais une plage allant d'environ 2 000 heures (charbon cher et nucléaire peu cher) à approximativement 4 000 heures (nucléaire cher et charbon pas cher). Notons que les deux extrémités de la plage d'équilibre sont fort peu probables car c'est en partie les mêmes éléments qui rendent la production d'électricité par l'un et l'autre moyen plus ou moins chère. Il est impossible que ces éléments économiques (par exemple l'inflation ou le taux d'intérêt de l'argent) évoluent de façon différente pour

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE



LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

le nucléaire et pour le charbon. En conséquence, la durée d'équilibre médiane (3 100 heures) est, de loin, la plus probable et, pour cette raison, dans la suite de cette étude, nous abandonnerons les plages d'incertitude sur les prix pour ne conserver que les valeurs médianes.

Dans les comparaisons officielles de prix de revient destinées à déterminer les durées de fonctionnement d'équilibre comme dans la figure 1, le prix de l'électricité fournie par le charbon ne tient pas compte de la désulfuration. Est-ce équitable?

Le problème que nous traitons ici n'est pas celui de l'intérêt de la désulfuration, qui est indéniable, ni même de ses impacts économiques, qui sont très probablement positifs car il vaut toujours mieux éviter une pollution qu'en réparer les dégâts. Le problème traité est celui de l'égalité de traitement entre production électrique nucléaire et production électrique à partir du charbon. Il semble qu'il ne faille pas prendre en compte la désulfuration pour les comparaisons économiques car en tenir compte reviendrait à s'occuper de dispositifs anti-pollution pour ce type de centrale alors que rien d'équivalent n'est prévu pour éviter la pollution spécifique des centrales nucléaires (effluents et déchets radioactifs). Nous conserverons donc la méthode officielle de comparaison dans la suite de notre étude.

Les données officielles que nous venons d'évoquer ont été établies en prenant en compte un certain nombre d'hypothèses. Les plus importantes pour la suite de notre étude sont :

- deux tranches nucléaires de 1300 Mwe sont construites chaque année,
- de 1985 à 1992, les cours mondiaux du charbon augmentent chaque année de l'inflation plus 1,5%,
- la durée de vie d'une centrale nucléaire est de 25 ans,

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

- le dollar vaut 7,5 francs,
- dans le prix du combustible nucléaire , l'uranium intervient pour 40% et le cycle de fabrication du combustible pour 60%.

L'évaluation officielle des prix de revient que nous venons d'exposer n'est pas pérenne. Depuis qu'elle a été réalisée, l'évolution des conditions économiques a modifié de nombreux paramètres. Nous étudierons plus loin les conséquences de cette évolution. Cette évaluation n'est pas, non plus , exempte de toute critique. Dans le prochain chapitre , nous mettrons en évidence les omissions faites dans le calcul du prix de revient de l'électricité nucléaire et une anomalie dans les données prises en compte.

ANOMALIE ET OMISSIONS

Dans le calcul officiel des prix de revient de l'électricité nucléaire, un certain nombre d'éléments ne sont pas du tout pris en compte ou le sont d'une façon dérisoire. Certains d'entre eux apparaissent dans les comptes d'E.D.F, pour d'autres, c'est dans le budget national ou dans l'héritage que nous laisserons aux générations futures qu'il faut aller les chercher.

Dans ce chapitre, nous étudierons toutes ces omissions et tenterons de chiffrer l'influence de chacune. Nous essaierons aussi de voir ce que coûte réellement l'électricité nucléaire d'abord à E.D.F puis à la communauté nationale. Mais, avant toute chose, nous dénoncerons une anomalie dans le chiffrage officiel.

L'anomalie

Elle est mise en évidence par une étude de la C.E.E reprise, dans un article (3), par l'un des directeurs d'E.D.F. Le tableau II en est extrait.

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

TABLEAU II: Coût moyen actualisé du kwh en centième d'écu par kwh au 1/01/1983

CENTRALES	PAYS ROYAUME -UNI	R.F.A	ITALIE	PAYS-BAS	BELGIQUE	FRANCE
NUCLEAIRE	2x 550 Mw	2x 1 285 Mw	2x 1 000 mw	2x 931 Mw	2x 1 000 Mw	2x 1 275 Mw
Investissements	2,78	1,87	1,51	1,83	1,51	1,20
Exploitation	0,53	0,51	0,33	0,39	0,53	0,48
Combustible	<u>1,00</u>	<u>0,92</u>	<u>0,85</u>	<u>0,90</u>	<u>0,88</u>	<u>0,79</u>
Total	4,31	3,30	2,96	3,12	2,92	2,47
CHARBON	2x 625 Mw	2x 694 Mw	2x 627 Mw	2x 600 Mw	2x 600 Mw	2x 580 Mw
Investissements	1,82	0,89	0,89	0,91	0,66	0,95
Exploitation	0,50	0,32	0,29	0,32	0,34	0,34
Combustible	<u>2,91</u>	<u>2,97</u>	<u>2,85</u>	<u>2,88</u>	<u>2,86</u>	<u>2,88</u>
Total	5,23	4,18	4,03	4,11	3,86	4,17
RATIO CHARBON/NUCLEAIRE	1,21	1,27	1,50	1,32	1,32	1,69

Hypothèses : fonctionnement des centrales à raison de 6 600 heures par an pendant 20 ans, mise en service initiale en 1990, charges fixes du capital à 5%. Prix du charbon identique 0,28 écu/MJ en 1990 + 1% par an. Le ratio CHARBON/NUCLEAIRE est le rapport des coûts des 2 modes de production d'électricité.

Au 1er Janvier 1983, l'écu valait 6,53 francs.

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

Cette étude est une comparaison de prix de revient de l'électricité pour des centrales électriques nucléaires ou à charbon fonctionnant autant de temps et ce dans les différents pays de la communauté européenne de l'époque (1983) qui avaient un programme électro-nucléaire.

Pour chaque type de centrale et pour chaque pays, la première ligne donne la composition de la centrale utilisée pour l'étude. Par exemple, pour les centrales nucléaires françaises, le type retenu est une centrale de 2 réacteurs de 1275 Mw électriques chacun.

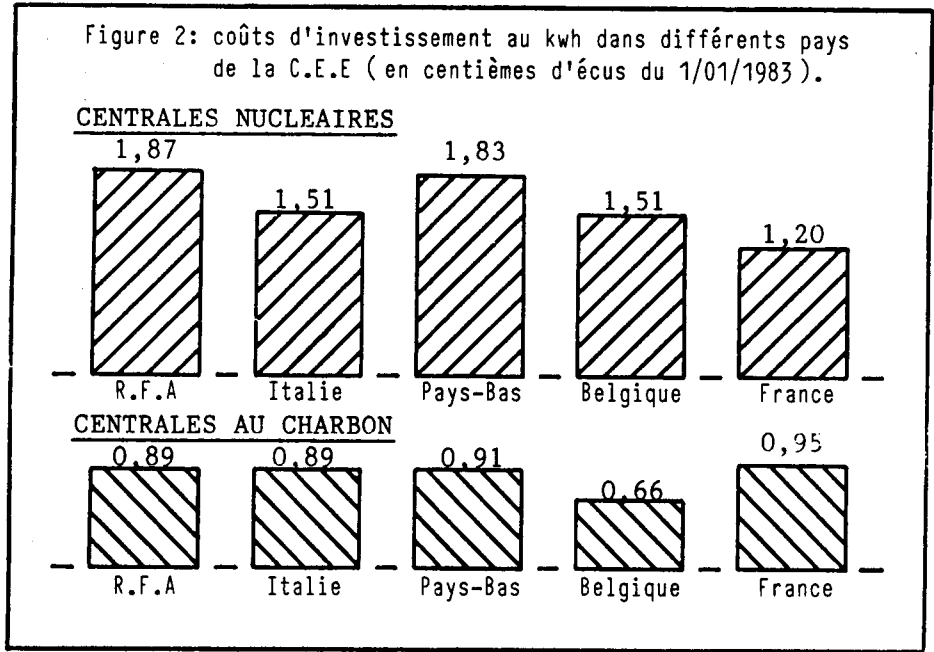
Dans le tableau II, on peut tout de suite voir l'anomalie constituée par la Grande-Bretagne dont l'électricité est, semble-t-il, beaucoup plus chère tant pour le charbon que pour le nucléaire. Il est fort possible que cette anomalie soit un artefact dû au fait que sa monnaie n'appartient pas au système monétaire européen et que les conversions réalisées sont fantaisistes. En conséquence, nous ne tiendrons pas compte, par la suite, des données relatives à ce pays.

La seconde constatation que l'on peut faire concerne le poste "investissements" tant pour le nucléaire que pour le charbon. Elle est illustrée par la figure 2 dans laquelle chaque batonnet des diagrammes est proportionnel au coût d'investissement des différents pays pour le nucléaire comme pour le charbon. On peut y voir que le poste "investissements" pour le nucléaire est beaucoup plus faible en France que dans les autres pays puisqu'il ne représente que 79,5% de l'investissement dans le moins cher de ces pays. En contrepartie, c'est en France que le poste "investissements" est le plus élevé pour les centrales au charbon. La seule raison donnée pour justifier la faiblesse du coût d'investissement des centrales françaises est la standardisation de ces dernières. Cela peut-il expliquer, seul, une si grande différence de coût?

C'est douteux quand on considère que les centrales

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

Figure 2: coûts d'investissement au kwh dans différents pays de la C.E.E (en centièmes d'écus du 1/01/1983).



sont loin d'être complètement identiques (par exemple, les 34 réacteurs du palier 900 Mwe ont, en fait, 7 puissances différentes) et qu'il ne peut s'agir réellement de construction en série. On peut se demander si le faible coût d'investissement retenu par les prévisionnistes n'est qu'un leurre ou, pire, s'il n'est dû qu'à une économie de matériaux lors de la construction des centrales (d'après les descriptifs des différents paliers de centrales nucléaires, on peut constater des coefficients de sécurité de plus en plus faibles et, donc, des parois de plus en plus fines). On peut alors craindre que le faible coût d'investissement ne soit obtenu qu'au détriment de la sécurité des installations.

L'examen de la figure 2 permet de se poser une autre question. Est-il plausible que les ingénieurs capables de faire les centrales nucléaires les moins chères d'

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

Europe fassent aussi les centrales à charbon les plus chères alors que, dans les deux cas, les gros postes d'investissements que sont les travaux de génie civil, de mécanique classique (turbines, etc...), ou de gros appareillages électriques (alternateurs, transformateurs, etc...) sont analogues?

De cette anomalie sur l'investissement déccule la constatation la plus importante au plan économique qui est l'anomalie que représente le ratio charbon / nucléaire de la France par rapport aux autres pays (le ratio charbon / nucléaire est le rapport entre le prix de revient de l'électricité fournie par le charbon et celui de l'électricité d'origine nucléaire). Pour 3 pays, ce ratio est de l'ordre de 1,3, il est de 1,5 pour l'Italie et proche de 1,7 pour la France. Encore faut-il n'accorder qu'un faible crédit au ratio italien car ce pays n'a qu'un programme électronucléaire embryonnaire qui se réduit à 3 réacteurs existants (pour une puissance installée d'environ 1200 Mwe) et à 2 réacteurs de 1000 Mwe en construction (4). Le ratio français est donc tout à fait anormalique.

De la constatation de cette anomalie, nous ne pouvons tirer aucune conclusion chiffrée. Par contre, nous pouvons penser que la rentabilité réelle de l'électricité nucléaire est plus faible que les chiffres officiels ne le disent.

Première omission: l'endettement d'E.D.F

En 1985, chaque fois que, pour payer votre électricité, vous avez donné 100 francs à E.D.F, 20 francs ont servi à payer les frais financiers liés à l'endettement d'E.D.F. Cependant, quand les organismes officiels estiment le prix de revient de l'électricité nucléaire, ils ne tiennent pas compte des frais financiers dûs aux emprunts faits pour réaliser le parc nucléaire. Ces frais financiers sont saupoudrés sur toute l'électricité qu'E. D. F vend quelqu'en soit l'origine alors

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

que c'est le programme électronucléaire qui en est la cause unique.

Bien sûr, on peut dire que la totalité de l'argent emprunté par E. D. F ne sert pas à payer les investissements des centrales nucléaires. Cet argent sert aussi, en particulier, à payer l'amélioration du réseau de distribution. Mais, pourquoi le réseau de distribution a-t-il besoin d'être renforcé de façon aussi considérable? Essentiellement pour qu'il puisse absorber la pointe de consommation hivernale, et aussi pour pouvoir exporter de l'électricité vers les pays limitrophes. Or, la pointe hivernale de plus en plus marquée que nous connaissons est due au développement du chauffage électrique, lui-même encouragé depuis que tout est fait pour placer l'électricité fournie par les centrales nucléaires. Les exportations d'électricité sont, elles aussi, liées au développement de l'électronucléaire. Nous reviendrons plus loin sur ces deux sujets.

On peut aussi dire que si E. D. F n'avait pas construit des centrales nucléaires, il aurait fallu construire des centrales classiques au charbon et l'endettement, bien que plus faible, aurait existé. Ceci est faux car E. D. F paie, sur ses fonds propres, une partie importante de ses investissements. Si l'option charbon avait été choisie et si le choix avait été de satisfaire les besoins nationaux sans les exacerber (c'est à dire sans exportations d'électricité et sans incitation pour le chauffage électrique intégré), E. D. F aurait pu payer les investissements nécessaires sur ses fonds propres. On peut donc dire que l'endettement d'E. D. F est, directement ou indirectement, lié au programme électronucléaire.

Si on affecte les frais financiers d'E. D. F au prix de revient de l'électricité nucléaire, quelles en sont les conséquences?

L'endettement d'E. D. F est actuellement d'environ 220 milliards de francs (\$) soit près de 2 fois son

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

chiffre d'affaire. Les frais financiers liés aux intérêts de ces emprunts représentent, quant à eux, environ 20% du chiffre d'affaire d'E.D.F. Pour calculer l'incidence de la prise en compte du surcoût dû à l'endettement sur le prix de revient de l'électricité d'origine nucléaire, il faut connaître plusieurs éléments.

Le premier est la part de l'électricité nucléaire dans la production électrique totale. En 1985, 65% de l'électricité était d'origine nucléaire. Le deuxième est le rapport entre prix de revient moyen de l'électricité et prix de vente. Nous n'avons pas d'éléments pour en juger. Nous prendrons donc l'hypothèse qui limite le plus le surcoût de l'électricité nucléaire c'est à dire que nous dirons que le prix de revient moyen est égal au prix de vente moyen. Cette hypothèse est très peu réaliste car elle signifie que les autres activités non vendables d'E.D.F, en particulier le transport et la distribution, sont à coût nul. Le troisième élément est l'ensemble des prix de revient du kwh pour les différents modes de production de l'électricité. Nous connaissons ces prix en 1984 pour l'électricité nucléaire, celle produite à partir du charbon et celle à base de fuel (6). Ils sont de 17,2 centimes pour l'électricité nucléaire, 34 centimes pour l'électricité fournie par le charbon et 123,3 centimes pour celle venant du fuel. Les centrales nucléaires ont fonctionné en moyenne 6 569 heures alors qu'on ne demandait aux centrales thermiques classiques que de produire pendant 1 508 heures en moyenne (beaucoup moins pour le fuel, un peu plus pour le charbon). La grande disparité des durées de fonctionnement explique l'énorme dispersion des prix de revient. Nous ne connaissons malheureusement pas le prix de revient de l'électricité hydraulique. Toujours pour favoriser le nucléaire, nous considérerons que ce prix est nul. Le prix de revient moyen de l'électricité est alors, pour 1984, de 18 centimes du kwh. En 1985, encore pour favoriser le nucléaire, nous dirons que le prix de revient moyen du kwh

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

est égal à celui de l'électricité nucléaire. Avec ces hypothèses, toutes favorables au nucléaire, le surcoût dû à l'endettement représente plus de 40% du prix de revient de l'électricité nucléaire.

Le tableau III donne les coûts médians de tableau I des données officielles en y ajoutant un surcoût lié à l'endettement basé sur 40% du prix de revient.

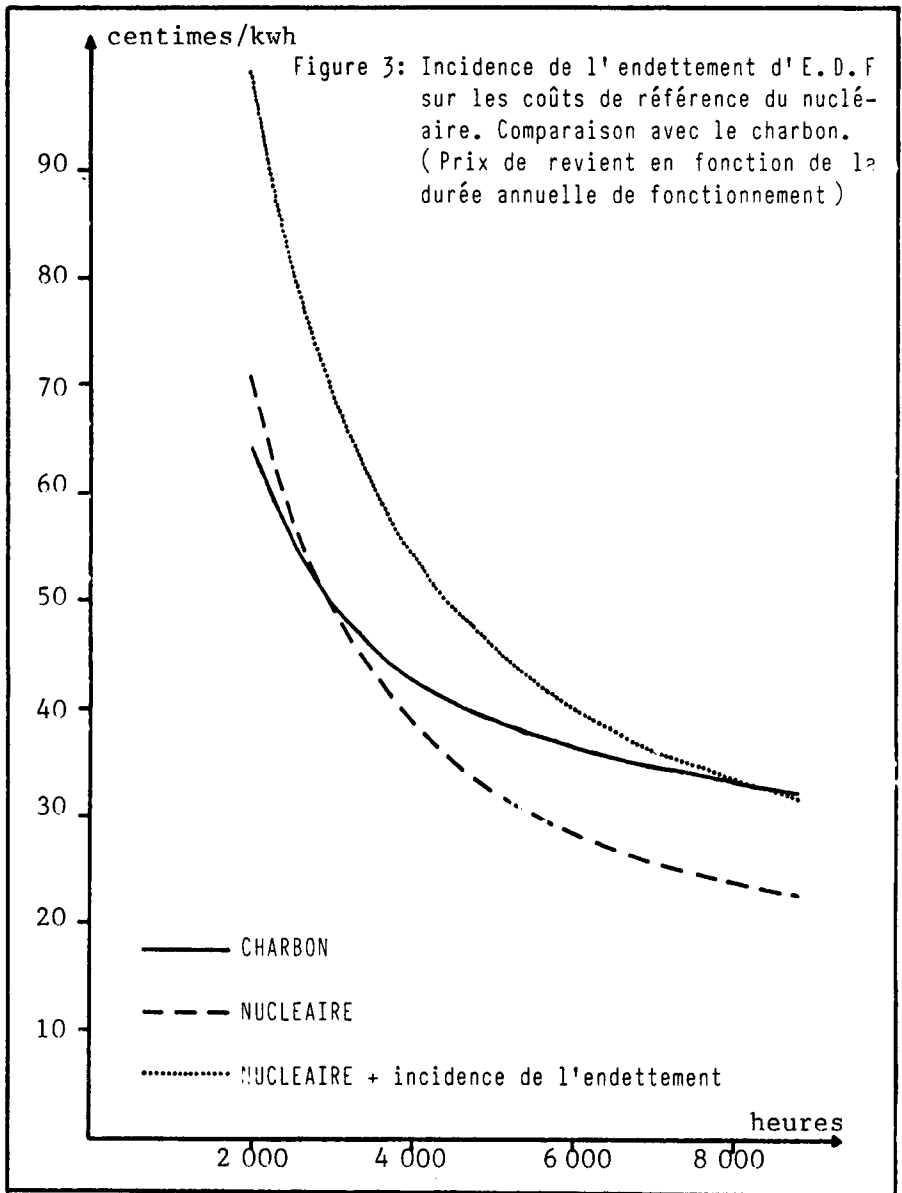
TABLEAU III: Prix de revient médians officiels (évaluation 1985) avec surcoût dû à l'endettement d'E.D.F.

DUREE D'APPEL	8 760 h	4 000 h	2 000 h
NUCLEAIRE			
Investissements	12	23,3	45,8
Exploitation	4,3	8,4	16,4
Combustible	6,4	7,1	8,4
Surcoût dette	<u>9,1</u>	<u>15,5</u>	<u>28,2</u>
Total	31,8	54,3	98,8
CHARBON			
Investissements	8,2	15,1	30,3
Exploitation	3,5	6,7	13,4
Combustible	<u>20,9</u>	<u>20,9</u>	<u>20,9</u>
Total	32,6	42,7	64,6

A partir de ce tableau, nous avons construit la figure 3. Sur cette figure, les 3 courbes donnent l'évolution, en fonction de la durée annuelle de fonctionnement de la centrale, des prix de revient officiels pour l'électricité nucléaire et celle d'origine charbon ainsi que le prix de revient pour le nucléaire en tenant compte du surcoût dû à l'endettement.

On peut voir que, bien que nous ayons choisi des hypothèses limitant au maximum le surcoût, la prise en compte de ce dernier modifie de façon considérable les conditions économiques de production. L'électricité d'origine nucléaire n'est plus rentable que si la cen-

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE



LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

trale fonctionne plus de 8 000 heures par an . Comme il est matériellement impossible qu'une centrale nucléaire fonctionne beaucoup plus de 7 000 heures par an (soit à 80% du temps maximum) en raison des différents arrêts imposés par la technologie et en particulier de ceux pour rechargement , les centrales nucléaires ne sont jamais économiquement justifiées car elles produisent une électricité plus chère que les centrales classiques au charbon . Une telle assertion doit être vérifiable. Nous verrons plus loin qu'elle l'est dans les chiffres donnés par E.D.F.

Cette première omission est la seule qui transparaissent dans la comptabilité d'E. D. F . Il y a pourtant d'autres omissions dans le calcul du prix de revient de l'électricité nucléaire et c'est l'ensemble de la communauté nationale qui en paie ou en paiera le montant.

Deuxième omission: le prix de la recherche

Quand un industriel veut calculer le prix auquel il doit vendre sa production , il cherche d'abord le prix de revient de ses produits . Pour que son affaire soit viable , il faut qu'il n'oublie aucun élément de ses prix de revient et , en particulier , il doit intégrer les frais de recherche menée pour mettre au point ses produits. C'est aussi ce qui se passe, en général, dans le domaine de l'énergie . Par exemple , les frais des recherches faites pour mettre au point les chaudières à condensation se retrouvent dans le prix de revient de ces chaudières et donc dans leur prix de vente.

Seule l'énergie nucléaire échappe à cette règle car si E. D. F construit les centrales , les exploite et en vend l'électricité , les activités de recherche sont réalisées par le Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A) et financées sur le budget de l'Etat.

Si la production d'électricité nucléaire était une activité industrielle classique , le montant des inves-

LE PRIX DE REVIENT DE L'ELECTRICITE NUCLEAIRE

tissements faits pour la construction des centrales devrait se trouver augmenté d'une partie des dépenses faites depuis l'origine pour la recherche dans le domaine du nucléaire civil. Dans notre cas, il semblerait normal qu'E.D.F, qui ne paie pas les frais de recherche et ne participe pas au financement du C.E.A, n'intègre pas le coût de la recherche dans ses prix de revient. Mais nous avons vu que les coûts de référence sont établis par une commission animée par le ministère de l'industrie. Il est tout à fait anormal que ce groupe de travail ne prenne pas en compte les frais de recherche qui sont payés par la collectivité nationale.

Si on veut incorporer les frais de recherche dans le prix de revient de l'électricité nucléaire, comment le faire? Le C.E.A a maintenant un peu plus de 40 ans et, depuis 40 ans, le budget de l'Etat paie les recherches qui y sont réalisées dans le domaine des centrales nucléaires. Pour avoir une bonne évaluation des frais de recherche à incorporer, il faudrait additionner, en les actualisant, toutes les dépenses faites dans ce domaine, puis les répartir entre toutes les centrales qui ont existé, qui existent ou qu'il est prévu de construire. Nous ne disposons pas des éléments nécessaires pour réaliser ce calcul. Par contre, comme pis-aller, nous pouvons comparer les frais de recherche de 1987 aux investissements dans l'électronucléaire qui seront faits cette année. Sans donner des résultats précis, ce calcul fournira un ordre de grandeur de l'incidence de l'incorporation des frais de recherche.

En 1987, une tranche nucléaire de 1300 Mwe doit être engagée. Ceci correspond à un engagement d'investissement de 10 milliards de francs. Dans le budget de la nation de 1987, les activités civiles du C.E.A sont financées à hauteur de 6,88 milliards de francs (7). Ce sont les budgets du ministre de l'Industrie et du ministre délégué à la Recherche qui participent à ce financement. Le C.E.A dispose en outre de produits financiers directs.