

Energie nucléaire: conséquences d'un moratoire ou d'un abandon

*Etude Informata SA,
Information Engineering, Zurich
Juillet 1990*

Société pour le développement de l'économie suisse
Case postale 817 - 1211 Genève 3

SDS

Energie nucléaire: conséquences d'un moratoire ou d'un abandon

*Etude Informata SA,
Information Engineering, Zurich
Juillet 1990*

SOMMAIRE

	<i>Page</i>
1. Introduction	5
1.1. But de la présente étude	7
1.2. Procédure	8
2. Evolution de la demande d'énergie finale	8
2.1. Description des études et scénarios divers	9
2.1.1. Etude du GESE:	10
2.1.2. Septième «Rapport des Dix»:	12
2.1.3. Etude Informata:	13
2.1.4. Etude Infrac:	14
2.2. Résumé	15
2.2.1. Demande d'énergie finale	15
2.2.2. Demande d'agents énergétiques fossiles	16
2.2.3. Demande d'électricité	16
3. Offre d'électricité et lacunes dans l'approvisionnement	17
3.1. Production indigène, droits de prélèvement et obligations d'exportation	17
3.2. Scénario du moratoire	18
3.3. Scénario de l'abandon	19
3.4. Rupture dans l'approvisionnement d'électricité en cas d'abandon	20
4. Mesures propres à couvrir le déficit	21
4.1. Approvisionnement par les importations d'électricité	22
4.2. Politique de substitution	22
4.2.1. Energie hydraulique	22
4.2.2. Couplage chaleur-force (CCF)	24
4.2.3. Energie solaire	25
4.2.4. Energie géo-thermique	26
4.2.5. Résumé	27

4.3.	Economiser l'électricité	28
4.3.1.	Potentiel d'économies dans les ménages	29
4.3.2.	Potentiel d'économies de l'économie	31
4.3.3.	Bâtiments	33
4.3.4.	Transports	34
4.3.5.	Autres infrastructures	35
4.3.6.	Résumé	35
5.	Conclusions	37
5.1.	Initiative du moratoire	37
5.2.	Initiative de l'abandon	38

1. Introduction

La présente expertise vise à mettre en évidence les conséquences qu'entraînerait, pour l'approvisionnement énergétique de la Suisse, l'acceptation par le peuple, en automne 1990, des initiatives de l'«abandon du nucléaire» et du «moratoire». L'initiative de l'abandon demande que soit interdite l'exploitation de nouvelles centrales nucléaires. Les installations existantes seront désaffectées le plus rapidement possible. Quant à l'initiative du «moratoire», elle réclame une pause de réflexion de dix ans, avant qu'une décision ne soit prise quant à la construction de nouvelles centrales. Cette pause est censée permettre la définition de nouveaux objectifs de politique énergétique et l'adoption de mesures conduisant à renoncer ultérieurement à l'énergie nucléaire.

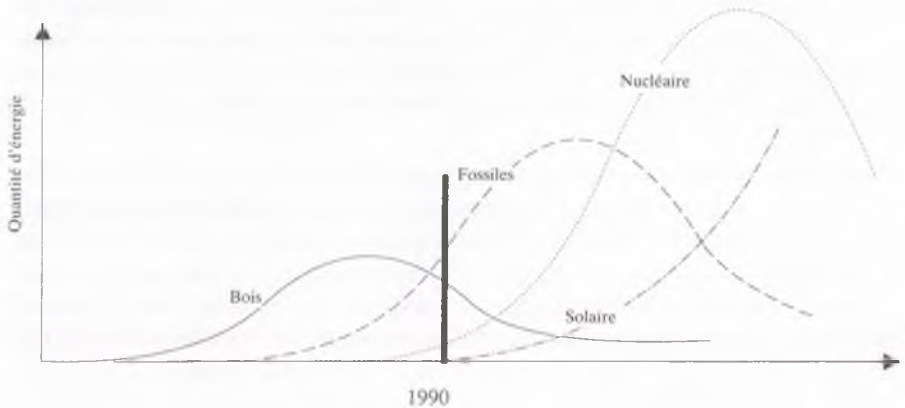
Les experts sont bien conscients de la difficulté qu'il y a à tirer les conséquences d'une telle décision, d'autant plus que les effets n'en seront en grande partie perceptibles qu'à partir de l'an 2000. De plus, nous sommes au centre d'une nouvelle révolution technologique qui va profondément modifier notre mode de production, qui promet de rendre nos bâtiments «intelligents», de modifier l'équipement de nos logements bien plus encore que ne l'ont fait les appareils ménagers et l'équipement radio-TV, pour ne citer que ces exemples. Nous devons encore nous attendre à un énorme accroissement de la production de biens et de services qui va augmenter considérablement notre prospérité. Mais naturellement, chaque franc gagné et dépensé se traduit directement ou indirectement par une demande d'énergie. En outre, la solution de nouveaux problèmes comme ceux du recyclage des déchets nécessitera des quantités d'énergie supplémentaires dont nous n'avons encore aucune idée aujourd'hui.

La prochaine votation constitue une étape de la guerre du nucléaire qui dure depuis déjà pas mal de temps. La question posée est la suivante: faut-il recourir à des centrales nucléaires un million de fois plus puissantes que les usines thermiques ou cette technique comporte-t-elle de trop grands risques? Il s'agit de savoir en outre si nous disposons d'autres techniques ou bien si nous sommes à même d'en développer certaines, notamment le solaire, qui, couplées aux économies d'énergie, permettraient de renoncer au nucléaire ou encore si ce dernier est indispensable, du moins dans une période transitoire.

Il y a eu plusieurs phases technologiques au cours de l'histoire humaine. Au début, l'homme ne disposait pas d'autres énergies que de celles contenues dans la nourriture et dans le bois de chauffage. Plus tard, il a réussi à maîtriser les énergies hydraulique et éolienne, puis il a exploité les agents énergétiques fossiles et les a transformés en énergie mécanique. Ce savoir-faire constitue la base de la révolution industrielle et marque le début de l'explosion de la consommation d'énergie. Nous maîtrisons la

technique des centrales nucléaires depuis le milieu de ce siècle. Cette technique encore récente est parvenue au stade de la maturité et couvre aujourd'hui environ 17% de la production mondiale d'électricité. Elle est toutefois encore susceptible d'importants développements (sécurité, maîtrise de la réaction en chaîne); mieux, elle appelle certains développements (dans le domaine de l'élimination des déchets par exemple). La prochaine étape pourrait être celle de l'énergie solaire.

Besoins de l'humanité en énergie primaire



Dans cette perspective, faut-il absolument recourir à l'énergie nucléaire ou est-il possible de sauter cette étape? Peut-on prolonger la période de l'énergie fossile jusqu'à ce que l'énergie solaire prenne le relais?

La réponse à cette question dépend de l'évolution de la consommation mondiale d'énergie. Selon toute vraisemblance, celle-ci va tripler, voire quadrupler au cours des prochaines décennies. Raisons de cette évolution: la croissance probable de la population mondiale qui devrait atteindre 10 milliards d'individus, et les exigences des pays seules et des pays en développement qui aimeraient atteindre un niveau de vie semblable au nôtre.

Quel est donc l'agent énergétique qui devrait couvrir ces besoins supplémentaires dans le futur? Aujourd'hui, les agents fossiles assurent plus de 80% de la consommation, avec les conséquences que l'on sait sur le climat de la planète. Les deux exigences cumulées de l'évolution démographique probable et les besoins justifiés d'élévation du niveau de vie signifient que dans quelques décennies, les agents énergétiques fossiles ne pourront plus couvrir qu'un quart de la consommation totale d'énergie! De plus, les climatologues demandent une réduction de 20% de la consommation d'agents énergétiques fossiles.

A l'heure actuelle, l'énergie nucléaire apparaît techniquement et économiquement comme la seule qui soit à même d'assurer en grande partie cette fonction de remplacement dans les prochaines décennies. Ce qui est en cause ici est moins la part aujourd'hui encore modeste de l'énergie nucléaire que son potentiel de croissance. Certes, Tchernobyl a montré que cette évolution comporte elle aussi des risques importants.

Pour les uns, la solution du problème énergétique passe par les économies, pour les autres, il faut miser sur le solaire et sur l'hydrogène. Dans le monde entier, les opposants au nucléaire sont très largement convaincus que ces moyens permettent aujourd'hui déjà de résoudre les problèmes de l'énergie à l'échelle de la planète et qu'ils seront à coup sûr la solution de l'avenir, pour peu qu'on le veuille vraiment. Pourtant, personne ne peut prédire aujourd'hui avec certitude quand et dans quelles conditions les besoins énergétiques de l'humanité pourront être assurés par des sources d'énergie renouvelables. Les expériences accumulées par le passé sont là pour nous rappeler qu'il s'écoule toujours beaucoup de temps entre l'élaboration d'un projet-pilote et sa concrétisation technique et économique, puis son application sur le marché. Il n'en reste pas moins que ces nouvelles techniques doivent être encouragées et pourront résoudre une partie du problème. Mais la question essentielle reste la suivante: l'énergie nucléaire demeure-t-elle indispensable pour un certain temps, oui ou non?

L'abandon du nucléaire en Suisse ne doit pas constituer une solution égoïste adoptée aux dépens des autres pays; au contraire, compte tenu de l'évolution globale évoquée ci-dessus, l'attitude de notre pays doit être un exemple généralisable. Nous serons probablement contraints, dans le courant de la prochaine décennie, de préciser notre point de vue sur cette question controversée. La politique énergétique actuelle de la Suisse est de facto une politique de moratoire qui consiste à différer les décisions énergétiques et à rejeter les projets qui impliquent le nucléaire (par exemple projets de chaleur à distance comme TRANSWAL).

1.1. But de la présente étude

Elle se propose d'examiner les conséquences de l'abandon du nucléaire ou du moratoire. Son propos n'est pas d'invoquer des arguments pour ou contre les centrales nucléaires, mais d'examiner la situation à laquelle on peut s'attendre sans centrales nucléaires. Le dossier qui suit tente de répondre aux questions suivantes:

- A quelle demande d'énergie finale faut-il s'attendre?
- Quelle sera la demande probable d'électricité?

- Quelle quantité d'électricité est-il possible de produire par le couplage-chaleur force et par la technique solaire?
- Quelle quantité d'électricité est-il possible d'économiser sur la base d'un consensus helvétique?
- Quel sera le déficit en électricité en cas d'abandon du nucléaire, en dépit des efforts de substitution et d'économies?
- A quelles conséquences économiques, écologiques et sociales faut-il s'attendre?

1.2. Procédure

Ce document ne décrit pas un nouveau modèle énergétique. Il part de l'analyse des sources traitant de cette question. Il contient toutefois une appréciation de ces sources. A partir de réflexions sur la plausibilité de telle ou telle évolution, nous avons adopté les valeurs qui nous apparaissent vraisemblables. C'est ainsi qu'ont été dégagées les hypothèses d'évolution de la demande d'énergie finale (chapitre 2), de l'offre d'électricité et des lacunes probables dans l'approvisionnement (chapitre 3). Les mesures destinées à combler ces lacunes dans l'approvisionnement (chapitre 4) ont été subdivisées en production supplémentaire à partir d'autres sources (paragraphes 4.1. et 4.2.) — chiffres à nouveau fondés sur des rapports existants — et efforts d'économies (paragraphe 4.3.). Au chapitre 5, nous tirons nos conclusions fondées sur les résultats obtenus.

2. Evolution de la demande d'énergie finale

Entre 1960 et 1973, la consommation totale d'énergie finale s'est accrue en Suisse de plus de 6,5% par an en moyenne. Cette progression a été nettement supérieure à la croissance du produit national brut réel (4,4% par an). Depuis 1973 jusqu'au milieu des années quatre-vingt, l'augmentation de la consommation a été ramenée à 0,6% par an en moyenne (PIB 0,7% par an). Mais pendant cette période, la part respective des différents agents énergétiques n'est pas demeurée stable. Alors que la consommation d'huile de chauffage a eu tendance à diminuer à partir de 1973, celle de carburants, de gaz et d'électricité a augmenté (1).

Toujours entre 1960 et 1973, la consommation totale d'électricité a augmenté en Suisse de 4,7% par an en moyenne. Pour des raisons conjoncturelles et grâce à l'amélioration du degré d'efficacité énergétique des appareils électriques, cette croissance a pu être ramenée à 3% par an. Les taux de consommation les plus élevés ont été enregistrés

dans les secteurs des ménages et de l'artisanat, dans l'agriculture et les services, alors qu'ils ont été inférieurs à la moyenne dans l'industrie et les transports (1).

Il est extrêmement difficile d'établir des prévisions fiables quant à l'évolution future de la demande d'électricité ou d'énergie finale sur une assez longue période. De même qu'au début des années cinquante, l'introduction de l'électronique dans le ménage, le bureau et l'industrie était encore inimaginable et qu'il aurait été impossible alors de prévoir correctement cette évolution, nous ignorons par exemple les techniques qui vont être mises au point ainsi que leurs applications. D'autre part, nombre de prévisions élaborées dans les années septante ont surestimé la progression de la consommation d'énergie totale, principalement en raison de recherches insuffisantes sur les extrapolations de la croissance exponentielle enregistrée jusqu'alors.

On s'efforce de réduire l'incertitude en décomposant la demande actuelle en segments de groupes de consommateurs plus uniformes pour lesquels il est plus facile de définir l'évolution future (chauffage des locaux d'habitation, par exemple) (2).

Il peut y avoir de grandes différences dans l'estimation de la demande selon les hypothèses de base et les conditions annexes. Les données en question peuvent porter sur l'évolution économique ou sociale, mais aussi sur la politique énergétique appliquée. Celle-ci détermine la préférence pour certains agents énergétiques ou le frein mis à l'utilisation de l'un ou l'autre; elle favorise la consommation ou au contraire les économies.

2.1. Description des études et scénarios divers

Différentes études ont été menées en Suisse sur le thème de l'évolution de la consommation et de l'offre d'énergie. La plupart d'entre elles ont vu le jour à la suite d'événements survenus dans la politique énergétique mondiale. C'est ainsi que dans les années septante, à la suite du choc pétrolier, le Conseil fédéral a donné mandat à une commission d'élaborer une Conception globale de l'énergie (CGE). Cette étude portait sur le remplacement du pétrole. Quant à l'étude du Groupe d'experts «scénarios énergétiques» (GESE), elle a été lancée au lendemain de l'accident nucléaire de Tchernobyl du 26 avril 1986. La question à laquelle elle devait répondre était celle de la possibilité d'abandonner l'énergie nucléaire. Les études d'Informata et d'Infras ont également été entreprises à partir notamment de la controverse sur l'abandon du nucléaire. Le «Rapport des Dix», septième du genre, est une publication de l'Union des centrales suisses d'électricité qui sert surtout à informer le public et contribue à l'élaboration de la politique d'approvisionnement du marché de l'électricité.

Le présent dossier ne cherche pas à compléter la longue liste des prévisions de consommation. Il tend bien plutôt à confronter l'offre et la demande sur la base des

études déjà faites dans le but de tirer des conclusions sur la couverture des besoins en électricité.

2.1.1. Etude du GESE:

Indépendamment des travaux relatifs à la Conception globale de l'énergie qui remontent aux années septante, l'étude du groupe d'experts «scénarios énergétiques» est la plus complète qui ait été réalisée en Suisse dans ce domaine. Conformément au mandat du Conseil fédéral, elle devait montrer les conditions, les possibilités et les conséquences d'un abandon de l'énergie nucléaire à partir de scénarios. Pas moins de vingt-deux scénarios ont été examinés. Les experts ayant estimé que de plus gros efforts d'économies d'énergie s'imposaient, ils ont choisi comme référence une évolution impliquant une politique énergétique renforcée. Les scénarios sont élaborés à partir d'hypothèses différentes concernant l'évolution économique (RE 1, RE 2) et la politique d'économies (S 0, S 1, S 2, S 2-).

Evolution économique:

L'étude prend pour base des modèles du Centre saint-gallois d'études prospectives. Pour tenir compte de l'incertitude relative à l'évolution économique pendant quarante ans, deux calculs ont été faits, l'un admettant une croissance économique plus soutenue (RE 1), l'autre une croissance économique plus modérée (RE 2).

Croissance (en % par an)	Population		PIB OCDE		PIB CH		Pers. occup. CH	
	RE1	RE2	RE1	RE2	RE1	RE2	RE1	RE2
1985-2000	0.4	0.2	2.8	2.0	2.0	1.3	0.0	-0.2
2000-2025	0.0	-0.1	2.8	1.7	1.8	1.0	0.0	-0.2

Politiques d'économies:

Différentes politiques ont été définies pour décrire les efforts d'économies. Elles vont de la politique d'économies S 0 qui ne prévoit pas de renforcement des efforts d'économies à la politique d'économies S 3 qui confère une priorité absolue aux économies d'électricité et à la substitution.

Politiques d'économies S 0:

La politique d'économies S 0 prévoit l'amélioration du degré d'efficacité énergétique sans renforcement de la politique énergétique existante.

Politique d'économies S 1:

La politique de référence S 1 se fonde sur le programme de politique énergétique de la Confédération et des cantons. Elle prend en considération à partir de 1995 les conséquences d'un article énergétique et l'adoption d'une loi sur l'énergie. Les mesures prévues se concentrent surtout sur les économies d'énergie dans les bâtiments. Ces hypothèses équivalent à un renforcement de la politique énergétique actuelle.

Politique d'économies S 2-:

Elle prend pour hypothèse des efforts résolus d'économies. Elle se fonde sur l'adoption d'une loi sur l'économie électrique (1992), d'un article énergétique et d'une loi sur l'énergie. Elle met l'accent sur une rapide amélioration des degrés techniques d'efficacité énergétique, sur les tarifs axés sur les coûts marginaux ainsi que sur la promotion des énergies renouvelables. Les normes techniques sont plus rigoureuses que celles qui sont prévues dans le cadre de S 1.

Politique d'économies S 2:

La politique d'économies S 2 est un renforcement de S 2-. Elle prévoit en outre des subventions pour exploitation rationnelle de l'énergie ainsi que des normes plus rigoureuses de consommation. Cette politique est appliquée au scénario qui postule la fin de l'énergie nucléaire pour l'an 2025.

Il en découle par exemple les scénarios suivants:

Scénario de référence R 1 (RE 1, S 1):

Ce scénario se fonde donc sur l'hypothèse d'une croissance économique plutôt soutenue, liée à une politique d'économies. Du côté de l'offre, on construit des centrales nucléaires lorsque celles-ci sont nécessaires.

Scénario de référence R 2 (RE 2, S 1):

Ce scénario correspond au scénario de référence R 1, mis à part le fait qu'il prend pour hypothèse une croissance économique plus modérée.

Scénario de l'abandon A 2025 (RE 1, S 2):

Ce scénario compte avec une politique d'économies assez rigoureuse et une croissance économique plutôt soutenue. Pour ce qui est de l'offre, il prévoit un abandon progressif de l'énergie nucléaire d'ici l'an 2025. Il prend en considération aussi certaines conditions annexes. Pas de terme à l'extension des usines hydrauliques, application de la stratégie de lutte du Conseil fédéral en matière d'émissions totales de SO₂, NO_x et HC, consommation totale d'énergie fossile pas plus élevée que dans le scénario de référence.

2.1.2. Septième «Rapport des Dix»:

Le septième «Rapport des Dix» fait le point sur les perspectives d'approvisionnement en électricité jusqu'en l'an 2005. Il vise à déceler à temps une éventuelle lacune dans l'approvisionnement d'électricité en confrontant l'estimation de la demande et de l'offre. La demande a été établie sur la base de modèles économétriques et sectoriels. Le résultat final de consommation non influencée tient compte de l'effet d'efforts d'économies et de substitution accrus. En ce qui concerne l'offre, les contributions à la production des producteurs suisses ainsi que l'acquisition à l'étranger ont été prises en compte.

Evolution économique:

Les prévisions relatives à l'évolution économique se fondent sur les conditions générales dégagées par le Centre saint-gallois d'études prospectives (scénario de base), mais elles admettent une croissance de la population et du produit intérieur brut supérieure à celles des deux scénarios de références de l'étude du GESE.

Croissance (en % par an)	Population	PIB CH	PIB Industrie
1985-1995	0.35	1.8	1.3
1995-2005	0.04	2.2	1.9
2005-2015	0.19	2.0	1.6

Politique d'économies:

L'hypothèse admise est qu'il n'y aura pas de loi plus contraignante sur l'énergie et que les économies se réaliseront sur une base spontanée.

Scénario «demande non influencée»:

Ce calcul se fonde sur deux modèles dont l'un est économétrique et l'autre sectoriel. La synthèse et la pondération des deux est le fait des entreprises électriques.

Scénario «demande influencée»:

La consommation finale influencée est la consommation d'électricité effectivement attendue. Elle découle de la demande non influencée à laquelle s'ajoutent les effets des mesures d'économies et de substitution.

2.1.3. Etude Informata:

Cette étude avait pour objectif d'étudier les conséquences d'un abandon du nucléaire par la Suisse. Le modèle sectoriel utilisé pour estimer la demande et la confronter à l'offre est fondé sur une approche sectorielle qui consiste à comptabiliser séparément les besoins de groupes de consommateurs aussi homogènes que possible. Il ne contient des extrapolations à partir du passé que pour des entités assez faciles à définir.

Evolution économique:

Ce modèle considère l'évolution sectorielle. Le nombre des emplois n'augmente plus que légèrement, mais un transfert s'opère en direction des postes de bureau. L'électrification des postes de travail se poursuit. La population stagne et le nombre des ménages, après avoir atteint un plafond, diminue légèrement. L'informatisation va également opérer une percée dans les ménages. Dans le domaine des transports, une certaine évolution se fait en direction des véhicules électriques.

Scénario de la demande découlant du marché:

La tendance à remplacer d'autres agents énergétiques par l'électricité se poursuit. Elle se trouve encore renforcée par la volonté de protéger l'environnement. L'effet de substitution des applications de l'électricité sous forme de récupération de chaleur dans le domaine du chauffage des bâtiments est pris en compte. Il n'implique néanmoins aucune augmentation de la puissance de pointe installée au sein du système suisse d'approvisionnement en électricité.

Ce scénario prend pour hypothèse une baisse continue des taux de croissance de la consommation d'électricité.

Scénario de la demande influencée:

Ce scénario, fondé sur l'idée d'une raréfaction de l'offre d'électricité, prévoit des économies partout où cela est possible. Il n'escompte toutefois aucune perte de confort et l'économie dispose de l'électricité dont elle a besoin.

2.1.4. Etude Infrac:

L'étude Infrac a pour but de montrer que l'abandon de la technologie nucléaire est possible. Elle examine la consommation et la production d'électricité, les potentiels d'économies et les solutions de rechange en ce qui concerne la production ainsi que les instruments de politique énergétique applicables et leurs conséquences. L'étude arrive à la conclusion que, moyennant beaucoup d'économies, l'abandon du nucléaire est possible sans que l'économie n'ait à en pâtir.

Evolution économique:

Le scénario est fondé sur une croissance régulière de l'économie suisse. Par rapport à 1985, la richesse nationale devrait progresser de 45% jusqu'en l'an 2020.

Politique d'économies:

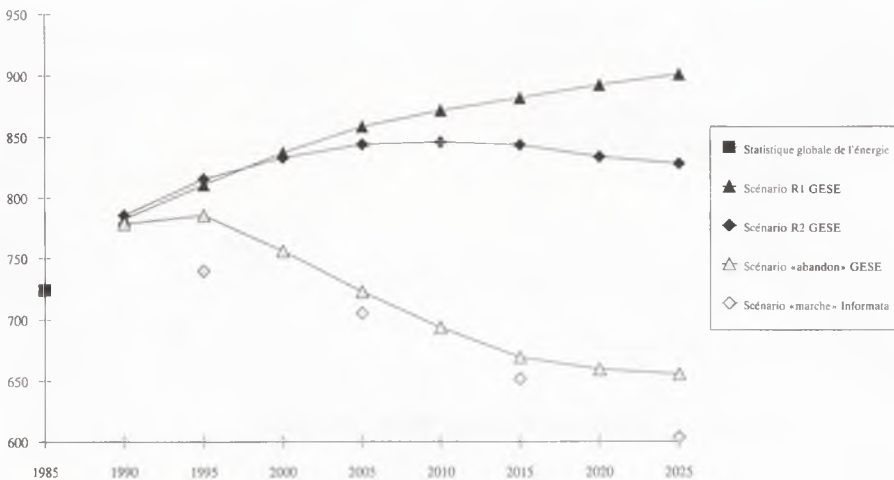
Elle inclut l'introduction d'une loi sur l'économie électrique et un impôt sur l'énergie, ainsi que des prescriptions techniques sur la consommation d'électricité des appareils et l'adaptation des règlements de construction.

2.2. Résumé

2.2.1. Demande d'énergie finale

Les graphiques suivants montrent l'évolution possible de la demande d'énergie finale telle qu'elle ressort des différentes études :

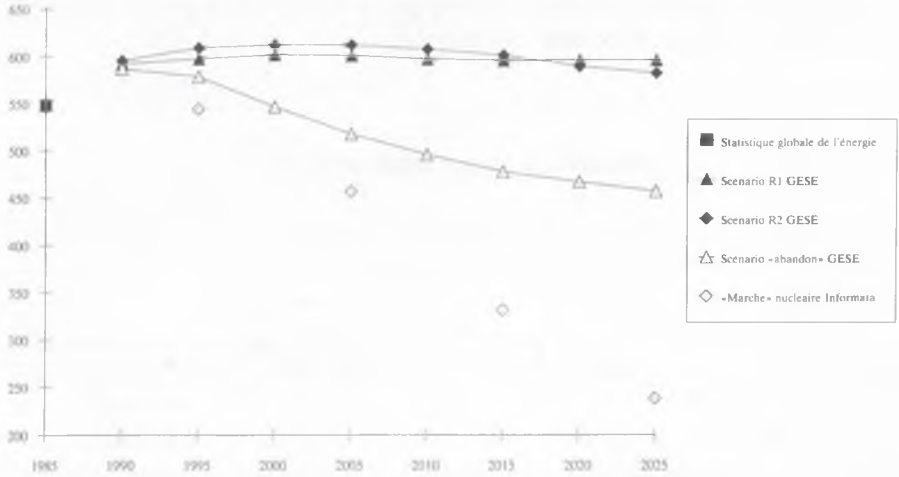
Demande d'énergie finale, total (PJ)



En ce qui concerne le calcul de l'évolution de la demande, des différences sensibles apparaissent dans les résultats des différentes études. Elles sont fonction des différentes hypothèses admises quant à l'évolution économique et sociale et à leurs répercussions. La première conclusion qui se dégage est que même dans les études qui n'envisagent pas d'influence de la demande, on arrive à un certain plafond, voire à un léger recul. Dans le cas d'Informata par exemple, ce recul est imputable à la stagnation de la population et du nombre des ménages ainsi qu'à certains effets de substitution.

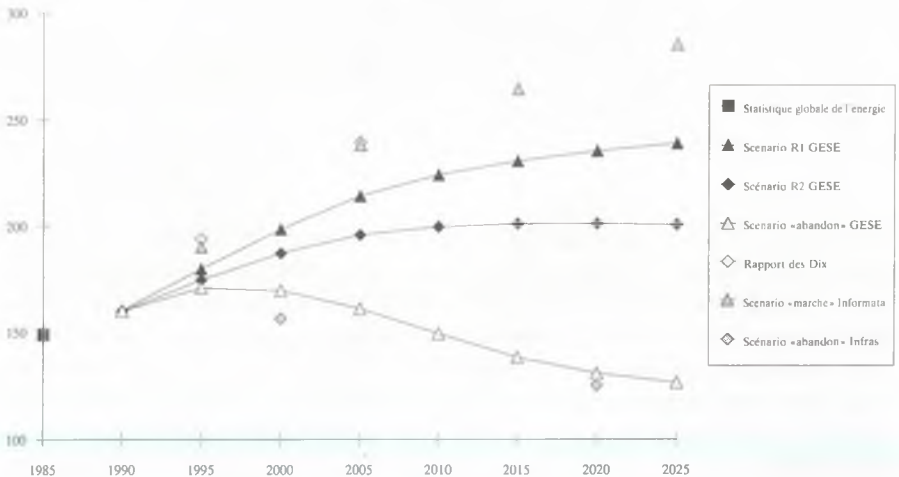
2.2.2. Demande d'agents énergétiques fossiles

Demande d'énergie finale: pétrole, gaz, charbon (PJ)



2.2.3. Demande d'électricité

Demande d'énergie finale: électricité



En ce qui concerne l'électricité, les scénarios qui n'envisagent pas d'influence sur le marché prévoient une croissance continue de la demande; en revanche, les autres scénarios, suivant la vigueur des interventions prévues, concluent à une croissance ralentie, à une stagnation, voire un léger recul. Dans le «Rapport des Dix» qui ne prévoit pratiquement pas d'influence et dans le scénario Informata du marché, il n'est guère question de saturation de la demande d'électricité. Ce résultat s'explique par les hypothèses économiques de poursuite de la substitution de l'électricité à d'autres agents énergétiques (par exemple, chauffage des locaux, transports individuels). Ces deux études admettent même en partie que l'évolution qu'elles prévoient pourrait s'accroître au fur et à mesure de l'adoption de dispositions plus rigoureuses sur la protection de l'environnement et de la baisse relative du prix de l'électricité. En outre, l'augmentation du nombre des postes de travail et la multiplication des appareils de bureau jouent un rôle non négligeable (2). Sur ce point précisément, les conclusions de ces études diffèrent sensiblement de celles du scénario de référence du GESE.

Mais la quasi-totalité des études s'accordent à reconnaître que la progression ne doit pas revêtir l'ampleur qu'elle a eue jusqu'à maintenant. Il faut mener une politique énergétique qui mette l'accent principal sur les économies. Les opinions ne divergent massivement que sur les notions quantitatives. Les uns veulent des économies essentiellement spontanées appuyées le cas échéant par des campagnes d'information ciblées. Les autres comptent avec des efforts d'économies soutenus fondés sur un article énergétique et une loi sur l'économie énergétique, des prescriptions concrètes en matière d'isolation et de consommation, etc. Les différentes approches utilisées pour le calcul de la demande d'énergie finale se traduisent par de notables différences dans les résultats. Elles prêtent d'ailleurs aussi le flanc à la critique. Certains estiment que les potentiels d'économies envisagés dans les scénarios du GESE sont beaucoup trop élevés et par conséquent irréalistes, d'autres au contraire reprochent aux publications des producteurs d'électricité de n'aborder la question des économies que du bout des lèvres et en termes vagues.

3. Offre d'électricité et lacunes dans l'approvisionnement

3.1. Production indigène, droits de prélèvement et obligations d'exportation

La Suisse est en mesure de produire de l'électricité à l'aide de centrales hydrauliques, de centrales thermiques conventionnelles (huile lourde ou légère) et de centrales

nucléaires. La part des centrales hydrauliques dans la production totale d'électricité a atteint 57% en 1989, celle des centrales nucléaires 41% et celles des centrales thermiques conventionnelles 2% (5).

Différentes entreprises suisses d'électricité se sont assurées contractuellement des droits de prélèvement à long terme sur les centrales nucléaires françaises. Dès l'an 2000, ces prélèvements atteindront au total 2 250 MW, soit l'équivalent de la puissance de deux centrales de la taille de Gösgen (3). C'est la raison pour laquelle on a pu dire que Kaiseraugst et Graben «étaient déjà construites».

Les droits de prélèvements allemands sur la centrale nucléaire de Leibstadt sont valables pour 30 ans. L'énergie ainsi fournie — 514 GWh — n'est donc pas disponible pour l'approvisionnement de notre pays. Les participations étrangères dans les centrales hydrauliques suisses sont déduites au départ et ne sont pas comptabilisées comme des exportations (3).

Les tableaux suivants fournissent quelques données concernant la puissance des centrales nucléaires suisses, la date de leur mise en service, celle de leur désaffectation basée sur leur durée de vie prévisible ainsi que les droits de prélèvements sur les centrales nucléaires françaises (1, 3):

Centrale	Mise en service	Mise hors service	Puissance installée (MW)
Beznau I	1969	2009	350
Beznau II	1971	2011	350
Mühleberg	1972	2012	320
Gösgen	1979	2019	940
Leibstadt	1984	2024	990

Droits de prélèvement	Début	Fin	Puissance nette (MW)
Fessenheim	1977	Durée de vie	267
Bugey	1977	Durée de vie	324
Cattenom	1989	Durée de vie	200
Cattenom	1989	Option durée de vie	550
Parc EDF *	1994-1996	Durée de vie	300
Parc EDF *	1995-2000	Durée de vie	600

* Parc EDF: parc des centrales nucléaires d'Electricité de France.

3.2. Scénario du moratoire

Le texte de l'initiative exige que durant les dix années qui suivent l'acceptation de l'initiative, aucune autorisation (générale, de construire, de mise en service, d'exploit-

tation) ne sera accordée pour de nouvelles installations destinées à la production d'énergie atomique. Sont considérées comme nouvelles les installations qui n'étaient pas au bénéfice d'une autorisation de construire le 30 septembre 1986. Cette disposition visait au premier chef à empêcher la réalisation de Kaiseraugst. Le texte de l'initiative du moratoire ne traite pas des droits de prélèvement d'électricité d'origine nucléaire sur les centrales étrangères. Cela signifie que de nouveaux contrats d'importation pourront être conclus. Un déficit dans l'approvisionnement en électricité serait donc compensé par des importations supplémentaires.

3.3. Scénario de l'abandon

Si l'on s'en tient au texte de l'initiative, les installations nucléaires existantes doivent être désaffectées le plus rapidement possible. Elles ne pourront pas être renouvelées. Cette disposition devrait conduire à un abandon progressif de l'énergie atomique sitôt que les centrales existantes auront dépassé leur durée de vie.

La première centrale nucléaire, Beznau I, devrait être désaffectée aux alentours de 2090. D'ici là, les divers scénarios de l'offre ne se différencient que peu. Selon les estimations du Rapport des Dix (projections jusqu'en 2005 seulement) et le scénario GESE (A2025), l'offre d'électricité devrait évoluer de la façon suivante :

- La production hydraulique continuera d'augmenter légèrement, mais de façon faible dès 2015. Par rapport à 1985, la production devrait croître d'environ 19 PJ (pétajoules) d'ici l'an 2025.
- L'offre d'électricité provenant des centrales nucléaires diminuera à partir de 2005 (mise hors service de Beznau I en 2009); en 2015, elle devrait s'élever aux deux tiers de la production actuelle et atteindre le niveau zéro en 2025.
- La production provenant des centrales thermiques conventionnelles devrait se maintenir à son niveau actuel. On admet une prolongation de la durée d'activité des centrales actuelles, voire leur remplacement.
- Les nouvelles énergies et les efforts de substitution (couplage chaleur-force <CCF>, p. ex.) ne sont pas pris en compte ici car leur apport dépend essentiellement du scénario choisi. Cette question est traitée dans un chapitre ultérieur.
- Les droits de prélèvement sur des centrales nucléaires étrangères ont augmenté massivement ces dernières années. Ils devraient atteindre en l'an 2000 l'équivalent de la production d'électricité de deux centrales nucléaires de la taille de Gösgen. Si l'on veut respecter les objectifs de l'initiative, on devra réduire progressivement les participations déjà conclues et s'interdire d'en conclure de nouvelles pour éviter de faire appel à du courant étranger provenant de centrales nucléaires.

- Les obligations d'exportations à l'étranger s'éteindront avec la mise hors service de la centrale nucléaire de Leibstadt.

Le tableau suivant recense les possibilités de production et les importations nettes (droits de prélèvement moins obligations d'exportation) dans le cas d'un abandon du nucléaire. On table sur une augmentation de la production des centrales hydrauliques alors que les nouvelles sources d'énergie indigènes ne sont pas encore prises en compte :

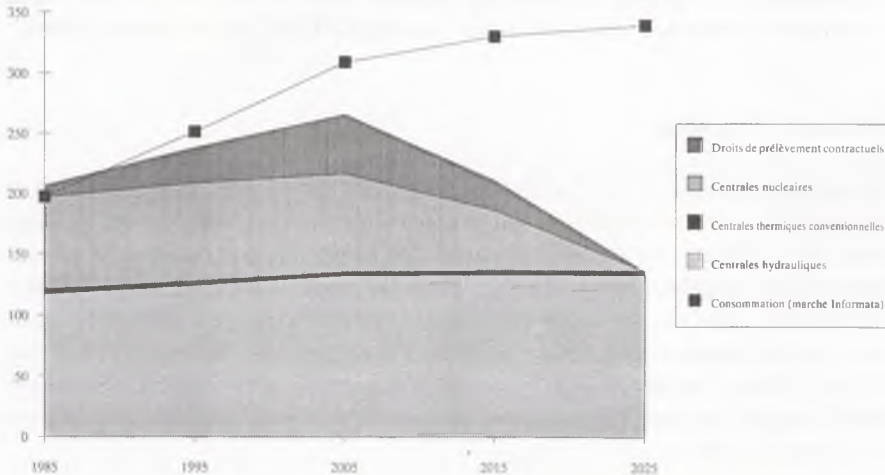
Possibilités de production	1985	1995	2005	2015	2025
Centrales hydrauliques	117.0	124.0	132.0	133.0	133.0
Centrales thermiques conventionnelles	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2
Centrales nucléaires	76.0	81.0	81.0	50.0	0.0
Droits de prélèvement	10.0	35.0	50.0	25.0	0.0
Total	206.6	243.2	266.2	211.2	136.2

3.4. Rupture dans l'approvisionnement d'électricité en cas d'abandon

Les possibilités de production d'électricité sont à mettre en rapport avec la consommation finale. Une fois prises en compte les pertes (8% environ) et le besoin de pompage, on obtient un solde d'approvisionnement positif ou négatif. Si l'on admet un degré de sécurité d'approvisionnement de 95% — un hiver sur vingt, il est nécessaire d'importer du courant supplémentaire — la production d'électricité doit atteindre un niveau équivalent à 113% de la consommation (3). Si l'on part du principe qu'un déficit prévisible dans l'approvisionnement ne doit pas conduire à des coupures de réseau intempestives, il doit être couvert par une production supplémentaire (remplacement de l'énergie nucléaire par une autre source d'énergie), des économies ou des importations supplémentaires.

Le graphique ci-après définit les possibilités de production — compte non tenu des nouvelles sources d'énergie — ainsi qu'un scénario de consommation. La différence entre les deux courbes correspond au déficit en électricité.

Possibilités de production et consommation (PJ)



Les capacités de production supplémentaires atteindront environ 40 PJ en 2025. Il subsistera néanmoins un déficit dans l'approvisionnement de l'ordre de 150 PJ.

4. Mesures propres à couvrir le déficit

Scénario du moratoire

Le moratoire de fait que nous connaissons depuis quelque temps a conduit, ces dernières années, à une extension des participations prises sur des centrales nucléaires en France. Le scénario consécutif à l'acceptation de l'initiative du moratoire n'exige pas une modification de la politique énergétique actuelle. Il conduit à un maintien de la politique de non-décision. Simplement, la décision concernant l'abandon ou non de l'énergie nucléaire serait retardée de 10 ans. Aussi longtemps qu'en Europe, il y aura de l'électricité en suffisance, il sera possible de couvrir les déficits d'approvisionnement éventuels par des importations supplémentaires.

Cette situation laisse ouverte la question de savoir si, en cas de refus de l'initiative du moratoire, la politique actuelle de non-décision ne va pas tout de même se poursuivre et mener à un moratoire factice en raison des problèmes d'acceptance à l'égard de l'énergie nucléaire. Augmenter les droits de prélèvement ne signifie en fait rien d'autre que construire à l'étranger des centrales nucléaires destinées à alimenter la consommation suisse d'électricité. En revanche, il est évident que pour l'économie, l'acceptation de l'initiative signifie une certitude que durant 10 à 20 ans, aucun investissement ne pourra être fait dans le domaine de l'énergie nucléaire en Suisse.

Scénario de l'abandon

On admet comme condition préalable que les déficits en électricité consécutifs à l'abandon des centrales nucléaires seront compensés par d'autres moyens de production, des économies renforcées en matière de consommation d'électricité ou des importations supplémentaires. Tous ces éléments, naturellement, devant être mis à contribution. Quel apport peut-il être attendu réalistement de chacun d'entre eux? Les chapitres suivants tenteront de répondre à cette question. De grands préparatifs de planification étant nécessaires, les effets des économies ne seront perceptibles qu'à la fin du siècle. Les paragraphes suivants ne prennent en considération que l'abandon de l'énergie nucléaire.

4.1. Approvisionnement par les importations d'électricité

La possibilité de couvrir les besoins en électricité grâce aux importations n'est pratiquement pas à retenir dans le cas d'une acceptation de l'initiative de l'abandon. Aujourd'hui déjà, les importations d'électricité sont constituées, pour l'essentiel, de courant provenant des centrales nucléaires françaises. Si l'on décidait d'abandonner le nucléaire, il faudrait dès lors renoncer aussi aux participations étrangères dans des centrales nucléaires. Aussi, la couverture d'une pénurie de courant par les importations n'est donc pas une option acceptable dans le cas de l'abandon du nucléaire.

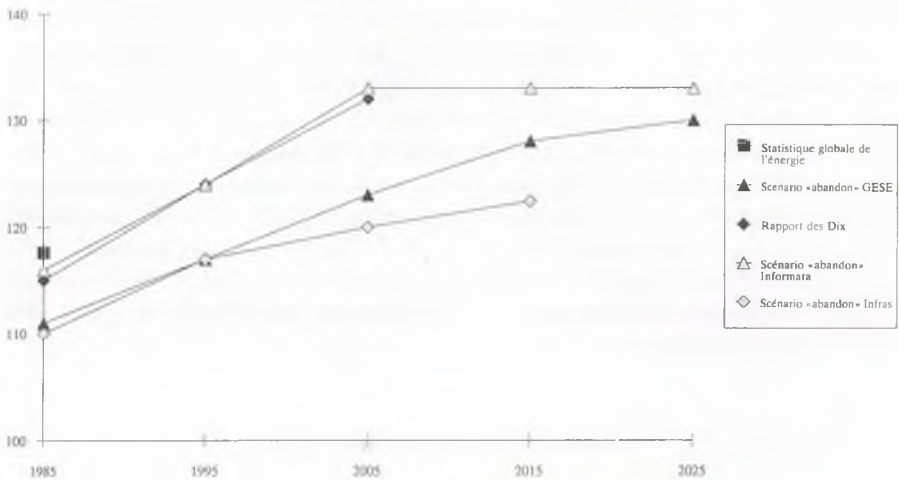
4.2. Politique de substitution

4.2.1. Energie hydraulique

Différents projets visant la construction de nouvelles installations hydrauliques et l'extension des centrales existantes sont actuellement en cours. Mais les plus impor-

tants rencontrent l'opposition des milieux de la protection de la nature et du paysage. La Suisse compte quelque 1 000 petites centrales dont le production atteint entre 0,1 et 10 MW. La plupart accusent un vieillissement sur le plan technique; il reste néanmoins un certain potentiel d'augmentation de la production. Les estimations à cet égard vont jusqu'à 7 PJ/an compte tenu des limites posées par la rentabilité et les impacts sur l'environnement. On admet toutefois que les centrales à longue distance devront payer un prix couvrant les coûts.

Capacité de production d'électricité (PJ)



La capacité globale d'extension de toutes les installations hydrauliques devrait atteindre, selon les estimations, entre 15 et 20 PJ/an (2). Pourtant, l'application de l'initiative de l'abandon rendrait impossible une telle extension en raison des dispositions très contraignantes qu'elle contient en matière de protection du paysage et des cours d'eau. Néanmoins, nous prenons en compte un certain potentiel dans l'estimation de l'offre. Partant de l'année de référence 1985, la capacité de production des centrales hydrauliques devrait se monter, d'ici l'an 2025, à 135 PJ. Il ne resterait donc à attendre qu'un

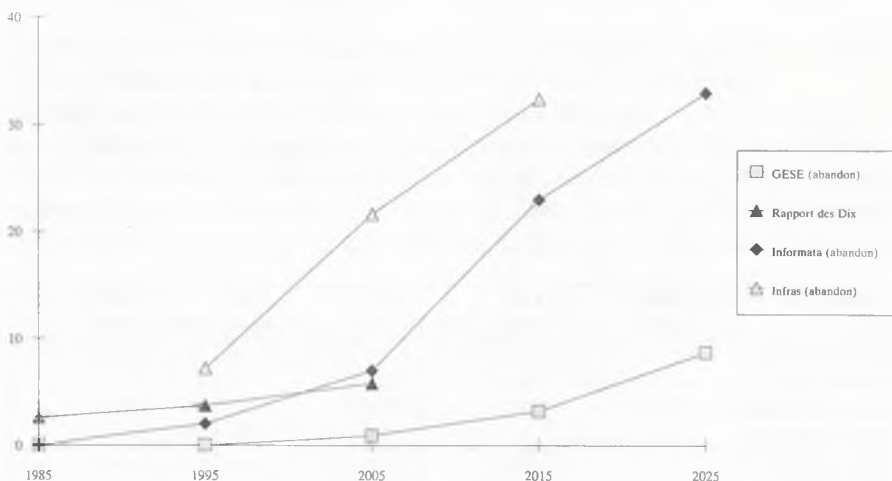
Energie hydraulique (PJ)	1985		1995		2005		2015		2025	
	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver
GESE (abandon)	111.0	50.0	117.0	53.0	123.0	56.2	128.0	59.0	130.0	60.0
Rapport des Dix	115.0	50.0	124.0	53.0	132.0	56.9	-	-	-	-
Informata (abandon)	116.0	-	124.0	-	133.0	-	133.0	-	133.0	-
Infrasa (abandon)	110.0	51.0	117.0	54.0	120.0	55.8	122.4	56.5	-	-
Nos prévisions	117.0	-	124.0	-	132.0	-	134.0	-	135.0	-

modeste supplément de 2 PJ/an de la part des centrales hydrauliques pour couvrir le déficit de l'approvisionnement.

4.2.2. Couplage chaleur-force (CCF)

Une part du déficit d'approvisionnement pourrait être comblée par la transformation d'agents énergétiques fossiles. Si l'objectif est de mieux utiliser l'énergie primaire, ce sont les blocs de couplage chaleur-force qui s'imposent. Il s'agit en l'occurrence d'équipements qui fournissent simultanément deux formes d'énergie: la chaleur et l'électricité. Les blocs de couplage chaleur-force sont intéressants pour quelques gros utilisateurs individuels de chauffage, mais on peut aussi les utiliser dans un cadre local, voire régional. L'alimentation en chauffage doit se faire à travers un réseau de chaleur auquel sont raccordés les consommateurs. En l'état de la disponibilité des CCF thermiques en fonctionnement, nous nous trouvons dans une situation favorable où la majeure partie de l'énergie est fournie en hiver. Selon des études externes effectuées pour le GESE, le potentiel supplémentaire d'électricité à espérer des installations CCF devrait atteindre, selon la durée d'utilisation et le moment, de 35 à 70 PJ. Etant donné que la courbe de charge saisonnière du chauffage des locaux est très irrégulière, la couverture de la demande de pointe s'effectue grâce aux chaudières conventionnelles.

Capacité de production CCF (PJ)



Nous tablons sur un besoin de chaleur à distance de l'ordre de 50 PJ (voir chapitre suivant). Ceci devrait conduire à une production d'électricité d'environ 28 PJ. Concrètement, on peut tabler sur les chiffres suivants. La fourniture de 9 PJ/an d'électricité par les CCF exigerait 80 000 installations assurant une puissance moyenne de 40 kW (30 kWth, 10 kWel, 3 000 h/an) ou alors 1 600 installations d'une puissance de 2 MW (1,4 MWth, 0,6 MWel).

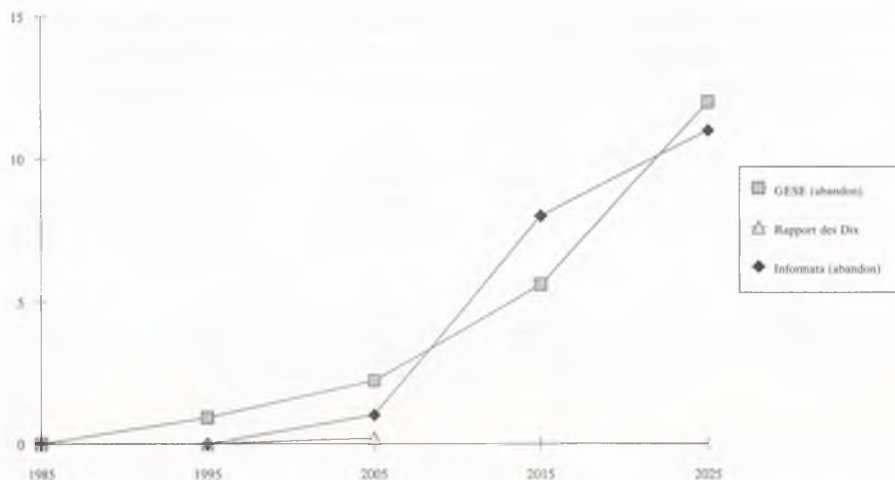
CCF (PJ)	1985		1995		2005		2015		2025	
	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver
GESE (abandon)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.7	3.2	2.5	8.7	6.1
Rapport des Dix	2.6	1.6	3.7	2.3	5.8	3.8	-	-	-	-
Informata (abandon)	0.0	-	2.0	-	7.0	-	23.0	-	33.0	-
Infras (abandon)	-	-	7.2	5.8	21.6	17.3	32.4	25.9	-	-
Nos prévisions	-	-	1.1	-	5.5	-	18.0	-	28.0	-

4.2.3. *Energie solaire*

Un problème inhérent à l'énergie fournie gratuitement par le soleil est dû à sa faible densité énergétique. Cela implique donc des installations de transformation efficaces et des surfaces d'absorption importantes. En plus de la transformation — déjà expérimentée — de l'énergie solaire en eau chaude, il existe différentes méthodes de production d'électricité déjà appliquées dans la pratique. Malheureusement, ces méthodes produisent la majeure partie du courant durant le semestre d'été, à une période où les problèmes d'approvisionnement sont loin d'être les plus délicats. Pour des motifs de protection du paysage, les installations exigeant des surfaces importantes rencontrent des oppositions.

Les installations photovoltaïques décentralisées peuvent apporter une contribution à l'approvisionnement en électricité. Pour que la fabrication de courant soit rentable, on estime que les améliorations nécessaires devraient atteindre un degré d'efficacité de 18 à 20% alors que le prix du watt se monterait à 2-3 francs. Le délai raisonnable à la réalisation de cet objectif serait, selon les experts, de 15 à 20 ans (7).

Capacité de production solaire (PJ)



Compte tenu des conditions fixées, on peut prévoir, d'ici 2025, un potentiel de production de 11-12 PJ/an (4 PJ en hiver) (1, 2). Cette quantité d'énergie exigerait la fabrication de 150 000 installations à cellules solaires d'une puissance moyenne de 10 kW ce qui correspond, pour un degré d'efficacité de 20%, à une surface au sol de 100 m² par installation, surface couverte par des cellules solaires.

Energie solaire (PJ)	1985		1995		2005		2015		2025	
	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver	Année	Hiver
GESE (abandon)	0.0	0.0	0.9	0.3	2.2	0.7	5.6	2.0	12.0	4.0
Rapport des Dix	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	-	-	-	-
Informatata (abandon)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	8.0	3.0	11.0	4.0
Infras (abandon)	que comme réserve									
Notre choix	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	8.0	3.0	11.0	4.0

4.2.4. Energie géo-thermique

Les gisements d'énergie géo-thermique utilisables en Suisse ne sont que partiellement connus. L'utilisation de cette source énergétique exige de toute façon une certaine concentration des consommateurs de chauffage. Elle n'a aucune influence sur la production d'électricité (8).

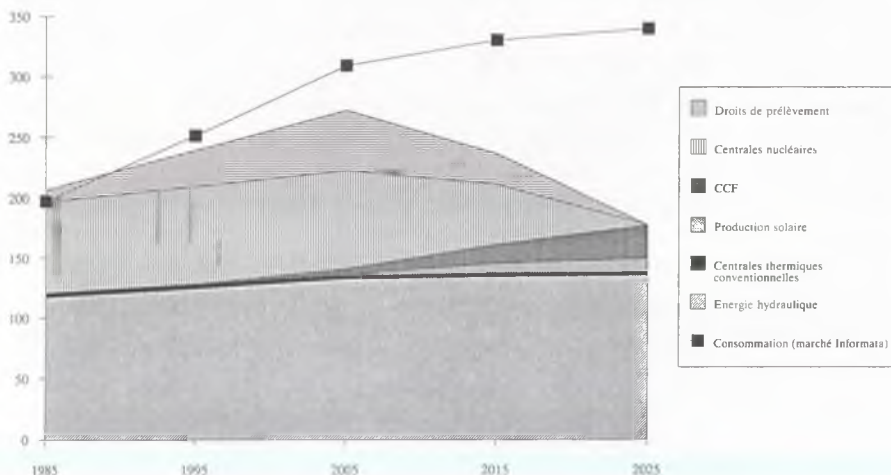
4.2.5. Résumé

Le tableau suivant fait le décompte de l'ensemble des possibilités de production d'électricité sans centrales nucléaires. En sus des prévisions de production, il a été rajouté 2 PJ supplémentaires pour l'énergie hydraulique. La production d'électricité par de nouvelles installations CCF a été estimée, sur la base de la demande de chaleur à distance (voir tableau ci-après), à environ 28 PJ alors que l'électricité produite par le soleil a été fixée à 11 PJ.

Possibilités de production (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Centrales hydrauliques	117.0	124.0	132.0	134.0	135.0
Centrales conventionnelles thermiques	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2
Production solaire	0.0	0.0	1.0	8.0	11.0
CCF	0.0	1.1	5.5	18.0	28.0
Centrales nucléaires	76.0	81.0	81.0	50.0	0.0
Droits de prélèvement	10.0	35.0	50.0	25.0	0.0
Total	206.6	244.3	272.7	238.2	177.2

Le graphique suivant montre la lacune subsistant dans l'approvisionnement après l'application des mesures de substitution. Elle devra être comblée par des économies d'énergie.

Possibilités de production et consommation (PJ)



4.3. Economiser l'électricité

Un important potentiel d'économies réside, pour les années à venir, dans une utilisation plus rationnelle de l'électricité, notamment grâce à des techniques et appareils nouveaux ou améliorés. Le passé nous a montré qu'en plus des degrés d'efficacité toujours perfectibles, il survient sans cesse de nouvelles applications dont nous ne pouvons imaginer aujourd'hui qu'une partie. Il serait donc contraire à la tendance observée jusqu'ici d'admettre que la demande d'électricité actuelle puisse être simplement «gelée» à son niveau actuel, voire, dans le futur, diminuée par le potentiel d'économies à disposition. De façon très globale, la demande future peut être résumée ainsi:

demande future =
demande actuelle
+ croissance du nombre de consommateurs (emplois, ménages, etc.)
+ nouvelles applications prévisibles (degré de diffusion)
– potentiels d'économies prévisibles, découlant de ces applications
+ nouvelles applications inconnues
– possibilités d'économies inconnues

Les inconnues les plus grandes résident dans les applications nouvelles. Les technologies de la communication, les ordinateurs personnels, les bâtiments «intelligents», l'électro-mobile, les centres de loisirs de toutes sortes, les centres d'automatisation, le «Computer Integrated Business», les centres de production intégrée par l'ordinateur, etc., toutes ces activités et techniques sont subordonnées à l'utilisation de l'électricité. De même, l'accroissement du confort au travail et dans les ménages fait appel, généralement, à davantage d'électricité.

Une politique d'économies rigoureuse exige un changement général des mentalités. Une politique d'économies destinée à combler le déficit de l'approvisionnement en électricité doit être ciblée et appliquée de façon différenciée. En effet, un courant plus cher ou rationné peut avoir des suites très diverses selon les secteurs et l'utilisation qui en est faite. Notre estimation relative au potentiel d'économies possible et réaliste tient compte de ces éléments et se base sur les principes suivants:

- les mesures d'économies ne doivent pas conduire à de sérieux problèmes économiques et sociaux. En particulier, l'économie suisse ne doit perdre ni sa capacité concurrentielle, ni ses possibilités de développement.
- Les attentes de confort de la population ne doivent pas être limitées de façon disproportionnée.

Les estimations qui suivent concernant le potentiel d'économies selon les différentes utilisations se réfèrent à la demande de référence calculée par Informata (voir chapitre 2) (2). Comme référence, nous ne prenons pas le scénario «marché» mais le «scénario de base». Selon le scénario «marché» (demande d'électricité en 2025: environ 280 PJ/an) on admet que d'ici 2025, 30 PJ sous forme de courant estival ou nocturne serviront à la production de chaleur. Cette quantité de courant est prélevée durant les périodes creuses: il ne s'agit pas de production supplémentaire. Nous ne décomptons donc pas ces 30 PJ dans nos calculs d'évaluation des économies potentielles.

Dans le cadre du scénario de base, on évalue les potentiels maximum d'économies jusqu'en 2025 en partant du principe qu'ils doivent être pleinement réalisés cette année-là.

4.3.1. *Potentiel d'économies dans les ménages*

La sphère privée est sans doute le secteur de consommation où les effets d'une pénurie d'énergie se feraient le plus fortement sentir. Mais c'est aussi là que réside le potentiel d'économies le plus important. On attend bien entendu beaucoup des changements de comportement (achats d'appareils judicieux, chasse au gaspillage dans l'éclairage, etc.), mais les expériences récentes montrent que les appareils ménagers deviennent de plus en plus efficaces. Le renchérissement vraisemblable du courant électrique et quelques mesures d'accompagnement (tests d'appareils-pilotes, interdiction de certains appareils) devraient encourager indirectement l'expansion et l'utilisation de ces appareils.

Force et lumière

Le tableau suivant montre la consommation selon la demande de référence:

Ménages privés (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Eau chaude	6.4	6.6	6.7	6.7	6.8
Cuisson	8.2	8.2	8.1	7.7	7.3
Laver la vaisselle	1.2	1.4	1.8	1.8	1.8
Laver, sécher	3.8	4.2	4.7	4.8	4.9
Electronique	1.3	3.6	6.3	8	9.7
Autres	9.7	11.3	12.3	14.1	15.6
Référence, total	30.6	35.3	39.9	43.1	46.1

L'évolution de la demande dans ce domaine dépend du nombre des ménages, de celui des habitants, du degré de diffusion des applications et de la consommation spécifique de chaque appareil. En étant optimiste, on tablera sur le fait que les applications et les possibilités d'économies nettes encore inconnues qu'elles pourraient entraîner iront en augmentant; ainsi, la demande d'électricité se calcule en fonction du degré de diffusion, du potentiel d'économies et des nouvelles applications prévisibles (électronique, PC, etc.). Un renchérissement du courant lié à la consommation exercera avant tout ses effets sur la durée d'utilisation et le degré de diffusion des appareils «gourmands en électricité». Le potentiel d'économies actuel prévisible est estimé sur la base de différentes sources (11, 13).

Données de bases:

- potentiel d'économies d'eau chaude: max. 15% d'ici 2025;
- renforcement des tests d'appareils-pilotes dans le domaine de l'électro-ménager, avec comme effet un potentiel technique d'économies plus rapidement réalisable;
- potentiel d'économies d'environ 10% pour les cuisinières et les fours, de 25 à 30% pour ce qui concerne les autres appareils;
- économies de l'ordre de 25% pour les autres modes d'utilisation de l'électricité, en particulier l'éclairage;
- dans le domaine de l'électronique apparaissent des applications nouvelles parmi lesquelles l'usage croissant des ordinateurs joue un rôle important (aux USA, on estime que 50% des ménages privés posséderont un PC d'ici 1995); potentiel d'économies: 25%.

Ménages privés (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Eau chaude	0.00	0.25	0.50	0.75	1.02
Cuisson	0.00	0.21	0.41	0.58	0.73
Laver la vaisselle	0.00	0.11	0.27	0.41	0.54
Laver, sécher	0.00	0.32	0.71	1.08	1.47
Electronique	0.00	0.23	0.79	1.50	2.43
Autres	0.00	0.71	1.54	2.64	3.90
Référence, total	0.00	1.80	4.21	6.96	10.09

4.3.2. *Potentiel d'économies de l'économie*

Le tableau suivant représente la demande de référence :

Economie (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Travail de bureau	8.6	12.6	17.5	22	26.7
Energie de procédé	35.3	40	44	45.4	46.1
Energie mécanique	33.3	44.9	59.6	63.6	67.2
Référence, total	77.2	97.5	121.1	131	140

a) Bureau

On estime que ce domaine, qui couvre pour la plus grande part le secteur tertiaire, réagit avec une élasticité relative aux augmentations des tarifs d'électricité étant donné que l'énergie ne pèse que peu de poids dans la structure des coûts. Une hausse des prix de l'énergie agira indirectement sur le niveau des salaires mais n'aura probablement que peu d'effet sur l'utilisation de l'électricité. L'organisation du travail dans les bureaux va probablement très fortement se modifier — la place de travail sera équipée d'une «workstation» reliée à d'autres postes de travail, aux banques, fournisseurs et clients. Le papier sera remplacé par les médias électroniques et le traitement de l'image et du langage exigera de grosses capacités informatiques. Nous nous situons actuellement au début d'une expansion des réseaux de systèmes de données; celle-ci aura pour effet que, bientôt déjà, les prestations de services ne seront plus réalisables sans appareils électroniques. Tous font appel exclusivement à l'électricité; il subsiste une importante inconnue en ce qui concerne la consommation spécifique future des appareils utilisés.

b) Production

Le secteur industriel est sans doute celui dans lequel l'élasticité de la demande d'énergie est la plus faible par rapport à une hausse des tarifs ou à une pénurie de l'offre; étant le plus fortement soumis à la concurrence internationale, il est donc le plus susceptible de pâtir des coûts de production plus avantageux dont peuvent profiter les industries étrangères. On peut s'attendre, dans ce secteur, au développement des tendances suivantes:

L'augmentation massive observée précédemment dans le secteur des forces motrices devrait à peine stagner à court terme dans la mesure où le processus d'automatisation,

dans la plupart des branches, vient juste de débiter (techniques CIM). La tendance actuelle à pratiquer la finition en fonction de l'écoulement des stocks (méthode «Just in time») provoque, en supplément, une augmentation des prestations de transport dans les industries de sous-traitance.

Les tendances exerçant leurs effets sur la consommation d'énergie peuvent être résumées ainsi:

Les éléments suivants conduisent à une diminution de la consommation:

- déplacement à l'étranger d'entreprises en raison de la pression concurrentielle internationale;
- changements structurels, à savoir accroissement des importations d'énergie «grise» sous forme de produits semi-finis et tendance au renforcement des procédés se réduisant à l'affinage et au traitement de produits intermédiaires;
- amélioration des degrés d'efficacité et des revêtements des bâtiments.

Les éléments suivants conduisent à une augmentation de la consommation:

- automatisation et informatisation;
- intensification de l'éclairage;
- augmentation des besoins en surface de bureaux en raison de l'automatisation.

Données concernant les économies potentielles:

Le potentiel d'économies dans les bureaux et la production doit être estimé comme relativement faible si l'on ne veut pas remettre en cause le maintien d'une économie forte. Pour ce qui touche l'informatisation et l'automatisation de ces postes de travail, la Suisse est tributaire des produits internationaux. Là où une grande quantité d'électricité est nécessaire, les économies d'énergie sont indispensables, aujourd'hui comme hier, pour des questions de rentabilité. C'est la raison pour laquelle un potentiel d'économies supplémentaires consécutif à un rationnement de l'offre doit être estimé avec prudence.

Potentiel d'économies maximal dans les bureaux: 5%

Potentiel d'économies maximal dans la production: 5%

Le tableau suivant résume les possibilités d'économies dans ces deux secteurs:

Economie (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Travail de bureau	0.00	0.16	0.44	0.83	1.34
Energie de procédé	0.00	0.50	1.10	1.70	2.31
Energie mécanique	0.00	0.56	1.49	2.39	3.36
Economies, total	0.00	1.22	3.03	4.91	7.00

Ces données nous montrent que le potentiel d'économies réalisables d'ici 2025 devrait atteindre environ 5-6 PJ/an par rapport à l'évolution de référence.

4.3.3. Bâtiments

Les valeurs de la demande de référence sont recensées dans le tableau suivant:

Bâtiments (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Réfrigération, ventilation	7.2	10.6	12.9	15	17.3
Chaleur perdue habitations	-6.1	-8.3	-10	-11.5	-12.8
Chaleur perdue bureaux	-1.7	-2.8	-4.5	-6	-7.4
Chauffage	31.9	37.6	40.5	43.3	46
Référence, total	31.3	37.1	38.9	40.8	43.1

Par bonheur, l'évolution des données concernant les bâtiments est relativement facile à estimer si l'on admet que la population ne devrait pas augmenter fortement. L'évolution des ménages, moins facile à prévoir, va très probablement stagner d'ici à la fin du siècle. C'est la raison pour laquelle les surfaces d'utilisation d'énergie devraient encore augmenter pour ce qui concerne le secteur tertiaire et les ménages alors qu'elles devraient stagner dans le secteur secondaire (moins d'emplois pour des superficies équivalentes).

La demande d'énergie utile va bientôt diminuer nettement en raison des progrès effectués dans l'isolation des bâtiments et la récupération de chaleur.

Une demande stagnante pour le chauffage des locaux n'exerce qu'une faible influence sur la demande d'électricité car cette dernière n'est que peu mise à contribution: 7-12 PJ/an pour les habitations en 1983. Exception faite des petits appareils de chauffage compris dans ce chiffre, le chauffage électrique des pièces intervient dans des bâtiments déjà très bien isolés. Le potentiel d'économies doit donc être estimé de façon plus modeste que pour d'autres systèmes de chauffage (12).

Données concernant les économies potentielles:

Dans le domaine de la réfrigération/ventilation, nous partons du principe que les autorisations seront accordées de façon encore plus restrictive qu'aujourd'hui et que de nouveaux concepts architectoniques seront appliqués dans les nouveaux bâtiments dès la fin du siècle (ventilation naturelle en hiver, ventilation fonctionnant grâce à des installations solaires individuelles en été). Potentiel d'économies jusqu'en 2025: environ 40%.

Dans le domaine du chauffage, les économies de courant signifient avant tout «substitution». Les économies de courant potentielles chiffrées ici à 40%, soit 60 PJ, impliquent une augmentation correspondante de la consommation d'énergie fossile (env. 23 PJ) et supposent pratiquement une interdiction du chauffage électrique.

Bâtiments (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Réfrigération, ventilation	0.00	1.06	2.58	4.50	6.92
Chaleur perdue habitations	0.00	-0.51	-1.18	-1.95	-2.82
Chaleur perdue bureaux	0.00	-0.04	-0.12	-0.23	-0.37
Chaleur	0.00	3.76	8.10	12.99	18.40
Economies, total	0.00	4.27	9.38	15.31	22.12

Pour ce qui touche les bâtiments, les économies d'électricité potentielles devraient atteindre, à terme, 22 PJ.

4.3.4. Transports

L'évolution de référence table sur une nouvelle augmentation de la demande d'électricité dans les transports publics. Mais ce qui est encore beaucoup plus significatif, c'est l'extension de l'usage des véhicules électriques qui devrait entraîner une consommation d'environ 17 PJ/an. Ce développement n'est naturellement pas possible en cas d'abandon du nucléaire. Nous nous basons sur un taux d'économies et de substitution de 95%. La demande d'électricité doit donc se réduire ainsi à nouveau de 17 PJ/an.

Les tableaux suivants montrent respectivement les valeurs de la demande de référence et des économies admises:

Transports (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Transports publics	7.9	9.7	11.5	11	9
Véhicules électriques	0	0.9	6.8	11	17.1
Référence, total	7.9	10.6	18.3	22	26.1

Transports (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Transports publics	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Véhicules électriques	0.00	0.21	3.23	7.84	16.25
Référence, total	0.00	0.21	3.23	7.84	16.25

4.3.5. *Autres infrastructures*

Ces domaines comprennent la revalorisation des déchets, l'approvisionnement en eau potable, les télécommunications. La prise en compte de taux de croissance élevés se base sur des besoins en communication en forte augmentation. Nous estimons qu'un potentiel d'économies de 10% est réaliste. Ainsi peuvent être économisés environ 400 TJ.

Les deux tableaux qui suivent montrent respectivement la consommation d'électricité selon la demande de référence et les possibilités d'économies.

Autres infrastructures (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Référence, total	1.2	2.5	3	3.5	4

Autres infrastructures (PJ)	1985	1995	2005	2015	2025
Economies, total	0.00	0.06	0.15	0.26	0.40

4.3.6. *Résumé*

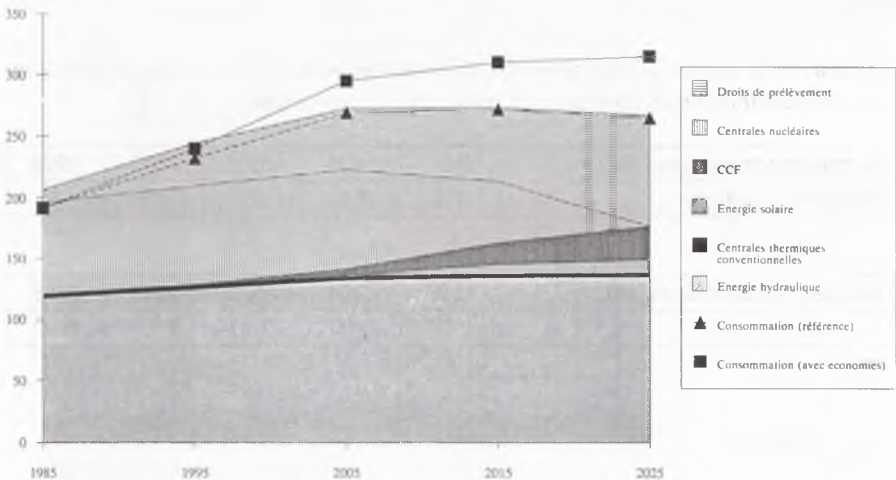
Les potentiels d'économies recensés dans le tableau ci-après atteignent globalement 20% de l'évolution de référence. C'est auprès des ménages que réside le volume d'économies le plus important, compte tenu du fait que les économies dans le domaine

Electricité économisée	1985	1995	2005	2015	2025
Ménages privés	0.0	1.8	4.2	7.0	10.1
Economie	0.0	1.2	3.0	4.9	7.0
Bâtiments	0.0	4.3	9.4	15.3	22.1
Transports	0.0	0.2	3.2	7.8	16.2
Autres infrastructures	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Economies, total	0.0	7.6	20.0	35.3	55.9

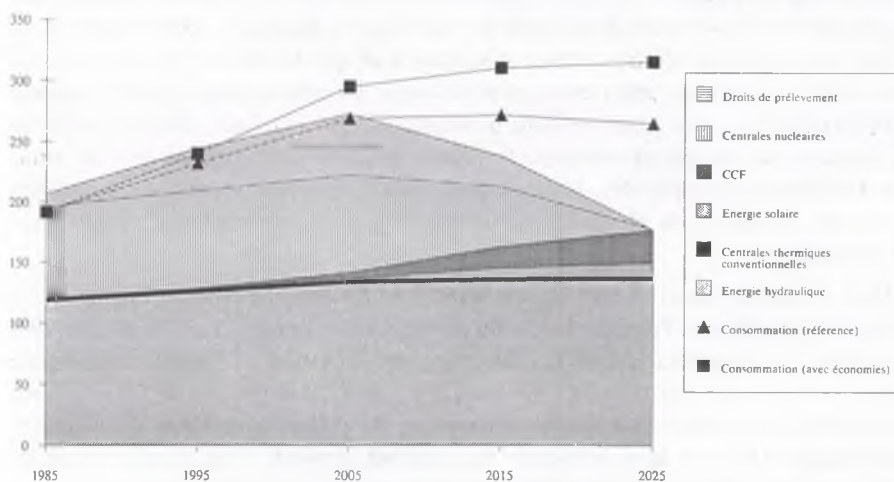
du chauffage et des transports entraînent un accroissement de la demande d'énergie fossile. Ces économies couvrent en fait moins de la moitié du déficit en électricité qu'entraînerait un abandon du nucléaire. Des économies supplémentaires se feraient en contradiction avec les conditions posées au départ.

Le graphique ci-après décrit l'offre (substitutions comprises), la demande de référence et la demande réduite due aux économies. Force est de constater que les économies représentent moins de la moitié de l'écart entre la demande de référence et l'offre d'électricité :

Déficit de l'approvisionnement (PJ), avec suppression des droits de prélèvement



Déficit de l'approvisionnement (PJ), avec extension des droits de prélèvement



5. Conclusions

5.1. Initiative du moratoire

Cette initiative reporte à 10 ans une décision définitive concernant l'énergie nucléaire en Suisse. Ainsi ajourne-t-elle simplement le moment où il faudra trancher et décider si l'on veut ou non poursuivre l'utilisation de cette technologie. Une absence de décision durant ce laps de temps devrait entraîner les conséquences suivantes: en raison de l'incertitude dans laquelle se trouveraient les décideurs au sein de l'économie et de l'administration, tous les développements coûteux dans le domaine de la production d'électricité — qu'ils touchent le domaine nucléaire où les méthodes alternatives — seraient plutôt freinés qu'encouragés. La demande devrait donc être couverte avant tout grâce aux importations, plus commodes sur le plan politique.

Les conséquences ont déjà été décrites à plusieurs reprises. La valeur ajoutée indigène va diminuer, avec les effets négatifs logiques sur la balance commerciale et les emplois en Suisse. En effet, les contrats d'importation doivent être conclus à temps et pour de longues durées. Ces engagements à long terme peuvent conduire à ce que de nouvelles technologies de production d'électricité, en elles-mêmes efficaces, ne

présentent que peu d'intérêt du fait de l'offre abondante d'électricité d'origine étrangère. Pour cette raison, on ne peut véritablement attendre de la part des technologies «alternatives» la création d'une quantité significative d'emplois. Etant donné l'ampleur des délais nécessaires, il faut s'attendre à ce que le volume des importations d'électricité augmente, dans les décennies à venir, au même rythme que la demande d'électricité. En fait, l'initiative du moratoire diffère dans ses effets de celle de l'abandon sur les points suivants: le régime d'économies indispensable ne serait pratiquement pas applicable, le développement des énergies alternatives serait bien moindre, le déficit en électricité serait comblé par les importations, même après l'année 2005.

Ainsi la Suisse laisserait aux pays fournisseurs d'électricité le soin de régler les problèmes touchant à l'énergie et à l'effet de serre. Lorsque ceux-ci choisissent l'option nucléaire, le courant nucléaire d'origine étrangère se substitue à la production indigène pour satisfaire une partie de la consommation suisse d'énergie. De ce fait, la Suisse ne serait pas en mesure de récupérer les pertes de chaleur sous forme de chauffage à distance. Quant à la contribution qui pourrait provenir d'un remplacement de l'électricité par des agents énergétiques fossiles, elle ne peut être considérée comme optimale.

Au cas où la Suisse, après expiration du moratoire, se prononcerait en faveur de l'énergie nucléaire, les importations devraient couvrir le déficit d'approvisionnement au moins jusqu'en 2015. Si l'option nucléaire était rejetée, ce sont les mêmes effets que ceux décrits ci-après dans le cas de l'abandon qui s'appliqueraient, avec un petit décalage.

5.2. Initiative de l'abandon

En raison du moratoire de fait que nous connaissons depuis quelques années, l'offre d'électricité devrait être assurée jusqu'en 2005 par les contrats d'importation. C'est la raison pour laquelle il ne faut pas attendre, jusqu'à cette date, d'effets «douloureux» dus à un déficit d'approvisionnement, mis à part les effets déjà décrits pour le cas d'une acceptation de l'initiative du moratoire. Mais d'ici là, les formes de production alternatives déjà décrites et les mesures d'économies devront être appliquées afin de pouvoir pallier, en partie tout au moins, le dramatique écart qui se creuse entre l'offre et la demande. Ces efforts ne permettront même pas de couvrir la moitié du déficit d'approvisionnement, à moins de ne pas respecter les conditions de base définies au paragraphe 4.3. Malgré tout, il faudra se résoudre à des importations massives de courant. Ce faisant, si le courant étranger est d'origine nucléaire, on se retrouve en contradiction avec les objectifs de l'initiative de l'abandon. Au cas où le courant fourni

proviendrait d'installations utilisant des agents énergétiques fossiles, la contradiction ne ferait que s'accroître puisqu'on laisserait le soin de supporter les immissions polluantes aux habitants des pays fournisseurs étrangers.

C'est donc la quadrature du cercle: comment abandonner le nucléaire sans diminuer le niveau de vie, sans faire appel à davantage d'énergie fossile, sans importations de courant d'origine nucléaire, sans importation d'énergie grise? La Suisse ne résoudra pas le problème global de l'énergie nucléaire par des importations supplémentaires. Elle ne ferait ainsi que laisser aux pays fournisseurs le soin de le résoudre.

De même, le développement du couplage chaleur-force ne va sans poser de problème, ainsi que le montrent les résultats du chapitre 4. Chaque fois qu'il y a à la fois production de force et besoin de chaleur à basse température, le couplage chaleur-force est judicieux. Les pertes de chaleur qui en découlent peuvent être récupérées et rediffusées par des réseaux de chauffage. Cette observation est valable aussi bien pour le courant d'origine nucléaire que fossile.

En revanche, s'il s'agit de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité — pour remplacer l'électricité d'origine nucléaire —, ce procédé conduit inévitablement à une augmentation de la consommation d'énergie fossile. En conséquence, le remplacement — dans l'hypothèse d'un abandon — de l'électricité d'origine nucléaire par de l'électricité produite par le couplage chaleur-force entraîne fatalement un recours accru à l'énergie fossile, avec les nuisances régionales et globales que l'on connaît.

La substitution par les technologies solaires, en revanche, ne causerait pas de dommages supplémentaires à l'environnement. Mais dans l'état des connaissances techniques actuelles, la quantité de courant que l'on pourrait attendre de ce type de technologie pour la période considérée est limitée.

D'un point de vue économique, la substitution des agents énergétiques fossiles aboutit à une augmentation des importations de ces agents énergétiques et donc à des dépenses supplémentaires vis-à-vis de l'étranger. En revanche, la politique de substitution peut développer de nouvelles technologies et engendrer une augmentation du volume des commandes pour les industries indigènes. Ces coûts supplémentaires conduiront vraisemblablement à une hausse des prix de l'électricité.

Des tarifs plus élevés pourraient pousser certaines industries à produire elles-mêmes de l'électricité et d'autres industries à déplacer leurs centres de production à l'étranger. La production individuelle s'effectuerait à l'aide d'agents énergétiques fossiles par le couplage chaleur-force.

A l'inverse, les travaux nécessaires à la fabrication d'installations CCF et la création de réseaux de chauffage exerceraient un effet positif sur le volume des commandes dans l'artisanat; ceci a plus de chance de se produire que dans le cas des technologies nucléaires.

Si l'on examine la question sur le plan local, un abandon de l'énergie nucléaire lié à un recours accru aux énergies fossiles est possible mais entraîne des charges supplémentaires pour l'environnement en raison de l'émission de substances polluantes.

Sur le plan global, il n'apparaît pas raisonnable que la Suisse soustraie aux pays économiquement faibles des sources énergétiques peu gourmandes en capital.

Les mesures propres à mettre en œuvre des méthodes de substitution allant dans la bonne direction ne sont pas simples à trouver. Il existe un danger notable de voir le système s'emballer et provoquer des effets secondaires indésirables «dans une large mesure».

En soi, le recours à l'énergie solaire peut être considéré comme positif et digne d'encouragement. Mais si l'on en arrive au point où le prix devient notablement plus élevé, la demande se tournera vers les agents énergétiques fossiles avec les conséquences négatives pour l'environnement déjà évoquées. On perdrait ainsi une partie du gain obtenu.

Les effets d'une politique d'économies dépendent essentiellement des mesures choisies en vue de son application. Une politique d'économies efficace exige une foule d'interdictions qui doivent être imposées sur le plan légal. Des contrôles efficaces impliquent des dépenses importantes. On constate aujourd'hui déjà le fossé entre la législation et son application (transports, etc.); on peut donc craindre que les contrôles ne soient que périodiques et donc source d'injustices aux yeux de l'opinion publique.

La politique d'économies ne peut espérer atteindre les résultats voulus par le biais des hausses de tarifs et des prescriptions de rationnement. Au contraire: les effets de substitution micro-économiques peuvent ici aussi s'exercer. Une interdiction des petits chauffages électriques peut, par exemple, entraîner dans une phase transitoire la mise en marche du chauffage central ou la combustion de bois dans les cheminées. Des effets analogues s'exerceraient encore plus rapidement au sein de l'économie. Les lois ne peuvent que partiellement les empêcher. Des mesures erronées dans le cadre d'une politique d'économies peuvent induire des effets annexes entraînant des charges supplémentaires pour l'environnement.

Les mesures d'économies ne doivent pas non plus pousser les entreprises à déplacer leurs centres de production à l'étranger et contraindre ensuite la Suisse à importer leurs produits (importation d'énergie grise). Cet effet d'émigration ne se produit pas par à-coups mais lentement, presque imperceptiblement. C'est la raison pour laquelle on ne peut l'enrayer. Là aussi nous aurons, pour autant que la politique de l'abandon ne revête pas un caractère global, des effets peu souhaitables ne serait-ce que sur les plans économique et écologique.

Etant donné que la pénurie de courant «noble» entraîne une hausse des prix, il se produira des injustices sociales: la faiblesse économique sera plus fortement touchée que la force économique.

Malgré des mesures contraignantes, l'objectif ne sera pas atteint — on se tournera vers les importations, ou bien encore les agents énergétiques fossiles ou encore d'autres moyens qui jusqu'ici n'étaient pas jugés souhaitables. Ou alors, il faut se déclarer prêt à accepter et supporter une diminution du niveau de vie.

Mais le plus gros danger est encore ailleurs. Si le citoyen n'est pas prêt à cela ou s'il doit supporter des sacrifices sans que l'objectif soit réellement atteint, s'il réalise que son mode de consommation d'énergie et la façon dont elle est produite ne permettent pas de résoudre, sur un plan global, des problèmes tels que l'effet de serre, on assistera au retour du balancier. Les coûts économiques, écologiques, sociaux et politiques d'un tel changement d'orientation, dans dix ans par exemple, devraient être considérables, comparés à l'adoption, au bon moment, de la politique choisie ultérieurement seulement. On peut inclure dans ce décompte des coûts une ou deux précieuses décennies perdues durant lesquelles on aurait pu résoudre les problèmes globaux qui revêtent une urgence certaine.

Sources

- (1) GESE
Scénarios énergétiques
Préalables, possibilités, et conséquences d'un abandon de l'énergie nucléaire par la Suisse
Rapport principal et rapports complémentaires
Office fédéral des transports et de l'énergie, Berne, février 1988
- (2) Informata
Rapport concernant l'étude sur l'importance de l'énergie nucléaire pour la Suisse
Informata SA, Information Engineering, Zurich, novembre 1987
- (3) Rapport des Dix
Perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité jusqu'en 2005
Septième «Rapport des Dix»
Rapport complet et actualisation
Union des centrales suisses d'électricité (UCS), septembre 1987 et mars 1990
- (4) Infrac
Der Ausstieg ist möglich
Entwurf einer schweizerischen Energiewirtschaft ohne Atomstrom

Infrastruktur- und Entwicklungsplanung, Umwelt- und Wirtschaftsfragen,
Zurich, septembre 1986

- (5) Statistique suisse globale de l'énergie
Office fédéral de l'énergie, Berne, 1990
Statistique suisse de l'électricité
Office fédéral de l'énergie, Berne, 1990
- (6) Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz, Teil I
Grundlagen, Studienbericht Nr. 1
Office fédéral des eaux, Berne, 1983
- (7) UCS — Etude sur le potentiel d'énergie solaire
Dossier de presse, 10.7.90
- (8) Perspektiven des Energiewesens in der Schweiz und räumliche Konsequenzen
Berichte zur Orts-, Regional- und Landesplanung, Nr 47
Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung, EPFZ Zurich, février 1984
- (9) Mutzner J.
Analyse de la consommation d'électricité des ménages suisses
Bulletin ASE/UCS, No 22/84
- (10) Brunner C.U., Baumgartner A., Müller E. A., Stulz R., Wick B. :
Elektrizität Sparen
NFP 44, Zurich 1986
- (11) INFEL
Groupe de travail «Economies d'énergies»
Zurich, 23 juin 1987
- (12) PROGNOSES
Sektorielle Entwicklung der Elektrizitätsnachfrage in der Schweiz -
Vergangenheitsentwicklung und Prognose bis zum Jahr 2005, Bâle, septembre
1986
- (13) IPSO Sozial- und Umfrageforschung, Zurich
Sondage d'opinion sur le comportement de l'industrie selon les différents scénarios de politique énergétique du GESE
Série n° 11, 1987

Genève, Carrefour de Rive 1
Case postale 817 - 1211 Genève 3
Tél. (022) 786 66 81 - Téléfax (022) 786 64 50
Télex 413 180 - VTx 786 41 09

Energie nucléaire: conséquences d'un moratoire ou d'un abandon

Compte tenu du climat émotionnel dans lequel s'inscrit la votation du 23 septembre prochain concernant les initiatives du moratoire et de l'abandon du nucléaire, il nous a paru indispensable d'apporter dans ce débat une analyse concrète et méthodique des conséquences de ces initiatives pour l'approvisionnement énergétique de la Suisse.

C'est l'étude à laquelle s'est livrée le bureau Informata SA à Zurich. Après avoir analysé les différents scénarios déjà parus sur le sujet - GESE, INFRAS, Informata, rapport des Dix - les auteurs de l'étude ont calculé une projection de la consommation et de la production d'électricité jusqu'en 2025.

Leurs conclusions:

L'abandon du nucléaire conduira à un déficit d'électricité de l'ordre de 135 PJ d'ici 2025. Des économies très rigoureuses permettraient d'en couvrir moins de la moitié (56 PJ). Un développement maximal des forces hydrauliques de même qu'un recours optimal à l'énergie solaire devraient permettre de couvrir environ 70% de la demande d'électricité.

Toutefois, l'initiative de l'abandon rend très difficile la mise sur pied de nouvelles installations hydrauliques. Les experts estiment que la solution passe soit par une diminution notable du niveau de vie général, soit par une augmentation des importations ou un recours accru à l'énergie fossile. Quelle que soit la solution choisie, elle entraînerait des conséquences graves pour notre indépendance, notre bien-être et la qualité de notre environnement.

Le moratoire, s'il devait aboutir à l'abandon du nucléaire, ne ferait que retarder légèrement les effets déjà décrits.

L'étude que nous vous remettons en annexe décrit de façon exhaustive, chiffres à l'appui, les conclusions auxquelles sont arrivés les experts d'Informata.

A votre demande, nous vous enverrons bien volontiers, à titre gracieux, d'autres exemplaires de cette brochure.

A retourner à la SDES, case postale 817, 1211 Genève 3

Nous commandonsexemplaires de l'étude Informata SA

A envoyer à l'adresse suivante:

.....

..... Date:

Genève, Carrefour de Rive 1
Case postale 817 – 1211 Genève 3
Tél. (022) 786 66 81 – Téléfax (022) 786 64 50
Télex 413 180 – VTx 786 41 09

A tous les destinataires de la brochure

**"Energie nucléaire: conséquences d'un
moratoire ou d'un abandon"
(Etude Informata)**

Genève, le 28 août 1990

ERRATA

Par suite d'un erreur de l'imprimerie, les graphiques des pages 36 (déficit de l'approvisionnement, avec suppression des droits de prélèvement) et 37 (déficit de l'approvisionnement avec extension des droits de prélèvement) ont été inversés.

Nous vous remercions de bien vouloir prendre en compte ce rectificatif et sommes désolés de cette fâcheuse inversion.