



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Coûts réels de l'énergie nucléaire

Rapport du Conseil fédéral répondant au postulat Ory no 06.3714, déposé le 14 décembre 2006

Mai 2008



Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Puissance et production.....	4
3.	Coût des centrales nucléaires existantes	5
3.1.	Coûts de construction et d'exploitation	5
3.2.	Coûts de la gestion des déchets et de la désaffectation	8
4.	Autres coûts	10
4.1.	Coûts de la Division principale de la sécurité des installations nucléaires.....	10
4.2.	Coûts de l'OFEN	11
4.3.	Coûts de la recherche	12
5.	Coûts réels des centrales existantes	15
6.	Coûts des nouvelles centrales nucléaires	15
	Bibliographie.....	18



1. Introduction

Le 14 décembre 2006, Madame Gisèle Ory, conseillère aux Etats, déposait le postulat suivant:

«Le Conseil fédéral est chargé de remettre à l'Assemblée fédérale un rapport complet établissant de manière transparente les coûts réels de l'énergie nucléaire.

Ce rapport devra en particulier fournir les chiffres nécessaires sur les points suivants:

- coûts de construction des réacteurs nucléaires suisses; coûts d'entretien; coûts de production (matières premières, salaires, entretien régulier, transports, etc.); durée d'amortissement prévue;
- coûts des contrôles de sécurité et expertises; investissements consentis pour la garantie et l'amélioration de la sécurité;
- coût de retraitement des déchets; coûts d'entreposage des déchets et durée d'entreposage et de surveillance nécessaire; coûts de recherche d'un site d'entreposage définitif; coûts prévisibles de démantèlement (évaluation selon les expériences faites en Europe);
- coûts induits couverts par le secteur public (coûts de la sécurité nucléaire, de la division de l'OFEN, etc.);
- coût de la recherche dans le secteur nucléaire; coût de l'expérience avortée de Lucens;
- production des réacteurs suisses depuis leur construction, production annuelle actuelle et production prévue jusqu'au démantèlement;
- coût réel du kilowattheure en tenant compte de ces différents éléments.»

Le 14 février 2007, le Conseil fédéral prenait position comme suit, en proposant l'acceptation du postulat:

«Dans le cadre des travaux sur les perspectives énergétiques, l'Office fédéral de l'énergie étudie actuellement les objectifs et les mesures de politique énergétique à long terme et en débat avec les milieux intéressés. Ces travaux, qui s'achèveront en avril 2007, permettront une évaluation globale de l'avenir énergétique de la Suisse prenant en considération l'ensemble des coûts des différentes énergies et de l'efficacité énergétique.

Le Conseil fédéral examinera prochainement le résultat de ces travaux conceptuels et prendra des décisions de principe sur la politique énergétique à long terme compte tenu des décisions du Parlement, notamment sur la taxe sur le CO₂ et sur l'organisation du marché de l'électricité. Il informera le Parlement par la suite dans un rapport stratégique sur ses intentions en matière de législation et d'exécution dans le domaine de l'énergie et, partant, aussi sur les coûts de l'énergie nucléaire. Le postulat peut être mis en oeuvre dans le cadre de ce rapport stratégique, prévu de toute manière, si bien qu'il n'engendre que des coûts supplémentaires marginaux.»



Le Conseil des Etats a transmis le postulat le 7 mars 2007, sans opposition.

Dans sa prise de position concernant le postulat Ory, le Conseil fédéral partait du principe qu'il présenterait ses décisions de principe quant à la politique énergétique à long terme dans le cadre d'un rapport stratégique complet, dans lequel il traiterait la question du coût de l'énergie nucléaire. Il a entre-temps renoncé à l'établissement d'un tel rapport, lui substituant les plans d'action ciblés adoptés le 20 février 2008. Le rapport ci-dessous a donc été élaboré sous la forme d'un document spécifique.

Le rapport répondant au postulat Ory est avant tout une évaluation de la littérature existante, consacrée à ce thème. Il se réfère également à des indications de coût fournies par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et par la Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires (DSN). Les sources d'information principales sont: la statistique de l'électricité publiée annuellement par l'OFEN, le cahier «Entwicklung der Elektrizitätsgestehungskosten in grosstechnischen Kraftwerken» (évolution des coûts de production de l'électricité dans les grandes centrales), publié en 1987 par l'entreprise d'ingénierie Motor-Columbus AG dans le cadre des travaux du groupe d'experts sur les scénarios énergétiques, ainsi que les volumes 4 (Exkurse) et 5 (Elektrizitätsangebot) des Perspectives énergétiques pour 2035, publiées par l'OFEN en 2007. A la différence du rapport du groupe d'experts sur les scénarios énergétiques de 1987, qui examine les coûts de production dans les centrales existantes, les Perspectives énergétiques pour 2035 de l'OFEN s'intéressent aux futures centrales nucléaires.

2. Puissance et production

Pour analyser la rentabilité d'une installation, il est important et usuel d'opérer une distinction entre puissance et production. Alors que la puissance, mesurée en Watt, indique la quantité de courant pouvant être produit par unité de temps, la production indique combien de courant électrique a été généré pendant une période donnée.

Le parc suisse de centrales électriques est constitué avant tout de centrales hydrauliques et de centrales nucléaires. Si les stations de pompage-turbinage et les centrales à accumulation servent à couvrir les pics de consommation, les centrales au fil de l'eau et les centrales nucléaires couvrent la charge de base. En hiver, les volumes d'eau à disposition des centrales au fil de l'eau se réduisent en effet fortement, si bien que la puissance assurée ne représente alors plus que 25% de la puissance installée.

Les installations nucléaires sont exclusivement utilisées pour couvrir la charge de base. A ce titre, elles entrent en concurrence avec les centrales à charbon et les centrales au gaz à cycle combiné. Si, techniquement parlant, ces dernières sont utilisables pour couvrir la charge de base, elles sont, en raison de considérations économiques, le plus souvent utilisées pour couvrir la charge intermédiaire.

Les auteurs des Perspectives énergétiques pour 2035 prévoient des durées de vie de 50 ans pour les centrales de Mühleberg, Beznau I et Beznau II, 60 ans pour Gösgen et Leibstadt. Quant à leur probable production future, ils estiment à environ 7600 le nombre d'heures de fonctionnement à plein régime des centrales pendant leurs 40 premières années, puis 7400 pendant leur durée de vie résiduelle. Source: [2], p. 63). Le tableau 1 montre la durée d'exploitation estimée dans les Perspectives énergétiques pour 2035, ainsi que la puissance nette des cinq centrales nucléaires en 2006, exprimée en MW.

Tableau 1: Durée d'exploitation et puissance nette des centrales nucléaires suisses. Source: [3].



	Mühleberg	Beznau I	Beznau II	Gösgen	Leibstadt	Total
Durée d'expl.	1969-2019	1969-2019	1971-2021	1979-2039	1984-2044	
Puissance en MW	355	365	365	970	1165	3220

Pour calculer la production passée et la production attendue à l'avenir, on se réfère à la statistique de l'électricité jusqu'en 2006, puis pour les années 2007 à 2044 aux projections tirées des Perspectives énergétiques. Les productions passées et futures sont représentées dans la figure 1.

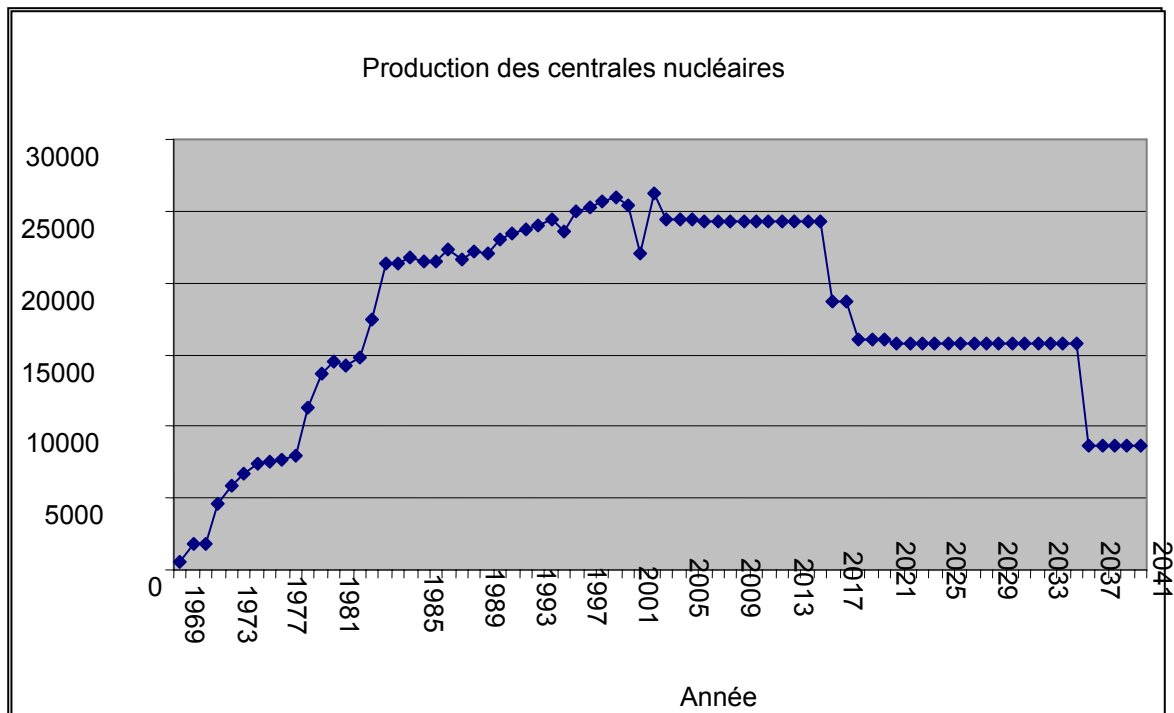


Figure 1: Production des centrales nucléaires existantes en Suisse. Valeurs attendues dès 2007. Source: [3], [2].

3. Coût des centrales nucléaires existantes

3.1. Coûts de construction et d'exploitation

En 1987, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie, l'entreprise Motor-Columbus AG réalisait une étude intitulée «Entwicklung der Elektrizitätsgestehungskosten in grosstechnischen Kraftwerken» (évolution des coûts de production d'électricité dans les grandes centrales). Cette étude constitue le 4^e volume paru dans la série Groupe d'experts Scénarios énergétiques. On ne dispose d'aucune étude



de plus récente consacrée à la structure des coûts des centrales nucléaires, car ces dernières ne publient pas ces données. Il existe en revanche des études sur les coûts des nouvelles centrales nucléaires (voir chapitre 6).

Le lecteur trouvera ci-dessous un récapitulatif des données disponibles concernant la structure des coûts des centrales nucléaires existantes (source: [5]). Le tableau 2 livre quant à lui une description technique de ces installations.

Coûts d'équipement

Les coûts d'équipement réels ont été estimés jusqu'au 1^{er} octobre 1985. Un indice de renchérissement pondéré a été établi, constitué de l'indice du commerce de gros et de l'indice des salaires. Etant donné que l'on ne disposait d'aucune donnée quant aux paiements effectivement effectués, on est parti du principe que tous les coûts étaient échus à la moitié de la période de planification et de construction.

Tableau 2: Description technique des installations existantes. Source: [5].

Installation	Capacités				Disponibilité annuelle	Mise en service	Durée de planification et de construction	Superficie du terrain
	Puissance brute installée	Puissance disponible	Puissance utilisée pour les besoins propres	Taux d'efficacité des installations				
	MW	MW	MW	%	h	Mois/année	Années	ha
Beznau I	364	350	14	32.2	7000	01/70	4.2	4
Beznau II	364	350	14	32.2	7000	02/72	3.8	4
Mühleberg	336	322	14	33.7	7000	08/72	5.2	8
Gösgen	970	920	50	34.6	7300	01/79	6.0	12
Leibstadt	1000	942	58	33.2	7200	06/84	10.0	14



Le tableau 3 montre que les coûts d'équipement spécifiques des centrales nucléaires ont augmenté au cours des 15 ans qui se sont écoulés entre la mise en service de Beznau I et de Leibstadt. Alors que sur la base des prix de 1985, soit pour Beznau I, un kW de puissance ne coûtait que CHF 1283.- ce montant est passé à CHF 6000.- pour Leibstadt. Cette évolution s'explique en premier lieu par le renforcement des exigences en matière de sécurité, qui a entraîné un allongement des périodes de planification et de construction, mais aussi le recours à des matériaux de meilleure qualité et des mesures de sécurité plus sévères. Le taux de renchérissement réel moyen sur la période considérée, c'est-à-dire de 1967 à 1985, a été de 7,5% par an.

Tableau 3: Coûts de renouvellement des équipements, intérêts intercalaires et coûts d'équipement en millions de CHF et coûts d'équipement spécifiques (sur la base des prix au 1^{er} octobre 1985). Source: [5].

Installation	Coûts de construction globaux	Coût de renouvellement des équipements	Intérêts	Coûts d'équipement	Coûts d'équipement spécifiques en CHF/kW _{el}
Beznau I	433	6	28	467	1283
Nano I ¹⁾	257	5	36	298	
Beznau II	433	6	28	467	1283
Nano II ¹⁾	257	5	36	298	
Mühleberg	577	12	49	638	1899
Susan ¹⁾	132	3	11	146	
Gösgen	2185	44	845	3074	3169
Leibstadt	4243	85	1612	5940	5940

¹⁾ Les systèmes Nano I, Nano II (Nachrüstung für den Notstand, mise à niveau des systèmes de sécurité) et Susan (Spezielles unabhängiges System zur Abfuhr der Nachzerfallwärme, système d'évacuation de la chaleur résiduelle) constituent les coûts avérés des équipements complémentaires qui étaient déjà prévus pour les années après 1985. Les autres équipements complémentaires ne sont pas compris.



Coûts de production

Le calcul des coûts de production comprend quatre facteurs de coûts principaux:

- les charges de capital;
- les coûts d'exploitation et d'entretien;
- les coûts de combustible;
- les coûts de désaffectation, de démantèlement et de gestion des déchets.

Les charges de capital ont été calculées sous la forme d'annuités sur une période de 30 ans, pour un taux d'intérêt de 4%, avec les coûts d'équipement pour point de départ. Les coûts d'exploitation sont répartis sur l'année, tout comme les coûts de combustible. Sur la base des prix applicables au 1^{er} octobre 1985, l'addition de ces coûts donne les coûts de production indiqués dans le tableau 4.

Tableau 4: Coûts de production actualisés (sur la base des prix au 1^{er} oct. 1985). Source: [5].

Installation	Date de mise en service	Coûts de production en ct./kWh			
		Provision pour charges de capital	Exploitation/entretien	Combustible	Total
Beznau I	01.01.1970	1.081	1.837	1.98	4.898
Nano I	1993	0.980			0.980
Beznau II	01.02.1972	1.081	1.837	1.98	4.898
Nano II	1992	0.878			0.878
Mühleberg	01.08.1972	1.479	1.996	1.98	5.455
Susan	1990	0.381			0.381
Gösgen	01.01.1979	2.707	1.992	1.98	6.679
Leibstadt	01.06.1984	5.108	1.946	1.98	9.034

3.2. Coûts de la gestion des déchets et de la désaffectation

Les producteurs de déchets radioactifs sont légalement tenus d'évacuer ceux-ci de façon sûre et à leurs propres frais. Les coûts de gestion des déchets générés durant la période d'exploitation (par exemple pour le retraitement des éléments de combustible irradiés, les études de la NAGRA ou la construction d'installations de stockage intermédiaires) sont payés au fur et à mesure qu'ils surviennent. Le financement des coûts de désaffectation et des coûts à payer après le démantèlement des centrales nucléaires pour la gestion des déchets radioactifs est assuré par le biais des contributions



des exploitants, versées dans deux fonds indépendants: le fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires et le fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires. Tant le calcul des coûts que le montant des contributions annuelles aux deux fonds font régulièrement l'objet d'une révision.

Une commission de gestion instituée par le Conseil fédéral établit les rapports annuels. Ceux-ci sont publics et incluent les comptes annuels ainsi que les rapports de l'organe de révision mandaté et renseignent sur les principes et les objectifs de la gestion des avoirs. Les rapports annuels du fonds de désaffectation et du fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires sont disponibles sur <http://www.bfe.admin.ch/entsorgungsfonds/>.

Certaines dispositions importantes, autrefois contenues dans des ordonnances et des règlements, figurent désormais dans la loi sur l'énergie nucléaire du 21 mars 2003. Par ailleurs, l'ordonnance révisée sur le fonds de désaffectation et le fonds de gestion pour les installations nucléaires (OFDG), qui réunit en un seul et même acte législatif les deux ordonnances et les deux règlements séparés qui étaient applicables jusqu'alors, est entrée en vigueur le 1^{er} février 2008.

Fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires

Le fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires a pour mission d'assurer le financement des coûts de désaffectation et de démantèlement des installations nucléaires en fin de vie et de la gestion des déchets qui en résultent. Sont tenus de verser des contributions les propriétaires des centrales Beznau I et II, Mühleberg, Gösgen et Leibstadt, ainsi que ceux du dépôt intermédiaire fédéral de Würenlingen.

Selon des études réalisées en 2006, les coûts de désaffectation des cinq centrales nucléaires suisses et dépôt intermédiaire de Würenlingen se montent à 2,19 milliards de francs (aux prix de 2006). Fin 2007, le capital accumulé du fonds totalisait 1,322 milliards de francs.

Fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires

Le fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires a pour mission de couvrir les coûts de la gestion des déchets d'exploitation et des éléments de combustible irradiés après la mise hors service des centrales nucléaires. Sont tenus de verser des contributions les propriétaires des centrales de Beznau I et II, Mühleberg, Gösgen et Leibstadt.

Selon des études réalisées en 2006, les frais de gestion des déchets se montent à 13,35 milliards de francs. Ces coûts se répartissent comme suit (en milliards de CHF):

Retraitement	2,740
Stockage intermédiaire, y compris gestion centralisée des déchets	2,245
Conteneurs de transport et de stockage des éléments de combustible irradiés et des déchets hautement radioactifs	0,760
Transport	0,388
Stockage des déchets faiblement et moyennement radioactifs	2,110



Stockage des déchets hautement radioactifs, y compris installation de conditionnement des éléments de combustible et les déchets hautement radioactifs.	5.107
---	-------

Fin 2005, 4,212 milliards de francs avaient été versés (travaux de recherche et de préparation, retraitement d'éléments de combustible irradiés, mise en place d'un site centralisé de stockage intermédiaire, achat des conteneurs de transport et de stockage, etc.). Une autre partie de ces coûts devra être payée entre début 2006 et la mise hors service des centrales par les responsables de la gestion des déchets, au fur et à mesure qu'ils surviendront (2,830 milliards de CHF). Le fonds a pour mission de couvrir les 6,308 milliards restants. Fin 2007, son avoir totalisait 3,013 milliards de francs. Outre les frais déjà payés et ceux qui devront l'être jusqu'à la désaffectation des centrales, on inclut dans le calcul du capital nécessaire et des contributions annuelles le rendement des investissements (5% selon l'ordonnance sur le fonds de désaffectation et le fonds de gestion pour les installations nucléaires) et le taux de renchérissement (3% selon l'OFDG).

Les coûts de désaffectation des installations et de gestion des déchets sont supportés par les exploitants des centrales et font partie intégrante des coûts de production des centrales nucléaires actuelles.

4. Autres coûts

4.1. Coûts de la Division principale de la sécurité des installations nucléaires

La Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) est l'instance de la Confédération chargée de la surveillance et de l'expertise des installations nucléaires en Suisse, soit les centrales nucléaires, les entrepôts situés dans les centrales, le dépôt intermédiaire fédéral de Würenlingen, ainsi que les installations nucléaires de l'Institut Paul Scherrer (IPS) et des Universités de Bâle et de Lausanne. La DSN évalue la sécurité nucléaire de toutes ces installations et fonde sa nécessaire vision d'ensemble sur les inspections, les entretiens de surveillance, les contrôles et les analyses qu'elle effectue, ainsi que sur les rapports des exploitants. Elle veille par ailleurs au respect des prescriptions et à la conformité de la gestion de l'exploitation avec la loi. Ses activités de surveillance s'étendent aussi au transport de matières radioactives et aux travaux préparatoires en vue du stockage des déchets radioactifs en couches géologiques profondes.

La DSN gère sa propre organisation d'urgence dans le cadre d'une organisation d'urgence nationale susceptible d'intervenir en cas d'accident grave dans une installation nucléaire suisse.

La figure 2 montre la ventilation des coûts de la DSN depuis 1969. Les montants de 1969 à 1992 sont des estimations.

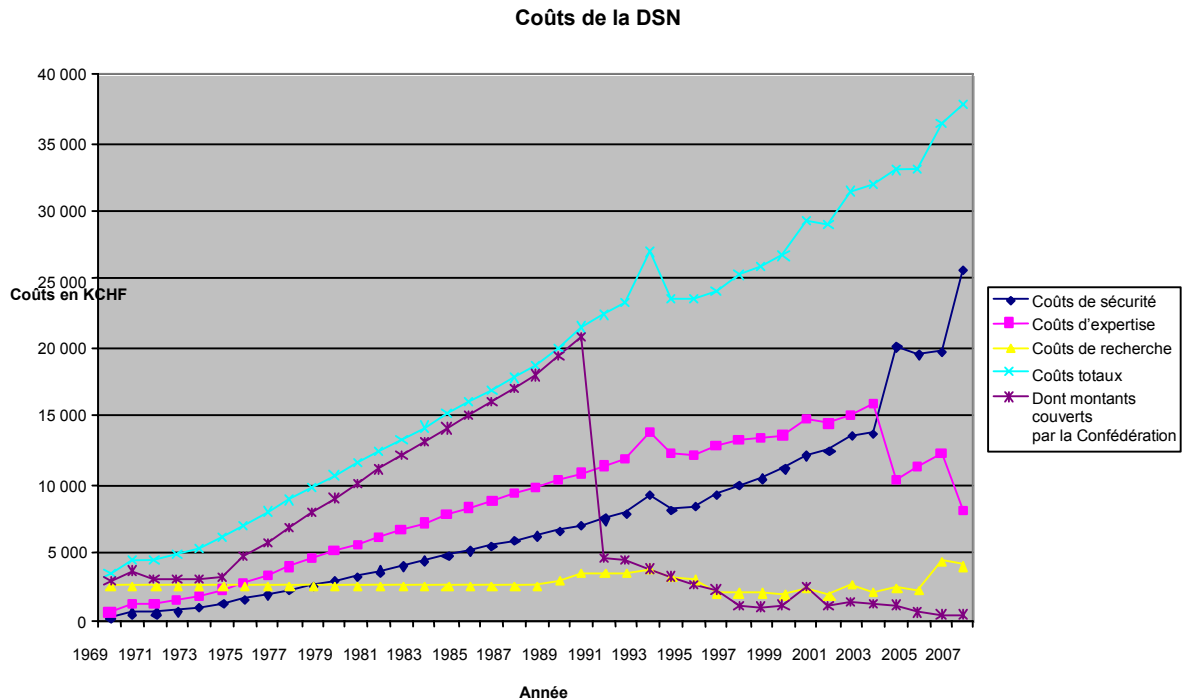


Figure 2: Coûts de la DSN ventilés par domaine. Source: DSN.

Le coût de la surveillance de la sécurité des installations est presque entièrement supporté par les exploitants des centrales nucléaires et fait partie de coûts de production des centrales actuelles.

4.2. Coûts de l'OFEN

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) remplit des fonctions importantes pour l'application de la législation sur le nucléaire. C'est lui qui prépare les décisions du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), du Conseil fédéral et du Parlement sur les autorisations relatives aux centrales nucléaires et aux dépôts pour les déchets radioactifs, et qui traite toutes les questions juridiques relevant de ce domaine.

L'OFEN exerce également des fonctions techniques en lien avec l'utilisation de l'énergie nucléaire. Il prépare la documentation nécessaire à la gestion des déchets radioactifs et assure le secrétariat du Groupe de travail de la Confédération pour la gestion des déchets radioactifs (groupe AGNEB). Sa tâche principale est actuellement l'élaboration du plan sectoriel "Dépôts en couches géologiques profondes" et la conduite de la procédure de sélection des sites. Il octroie en outre les autorisations de transport de combustibles nucléaires et de déchets radioactifs. C'est aussi lui qui est chargé de veiller à l'exécution des dispositions légales sur la couverture des coûts liés à la désaffectation des centrales et à la gestion des déchets radioactifs. Enfin, il assure le contrôle et la comptabilité, à l'échelon national, du combustible nucléaire ainsi que d'autres tâches découlant des engagements bilatéraux et



multilatéraux de la Suisse dans les domaines du cycle du combustible nucléaire et du contrôle des exportations de matières nucléaires.

Selon les indications de l'OFEN, ce travail coûtera en 2008 environ 3 millions de CHF au total, c'est-à-dire en tenant compte des frais de personnel (salaires) et d'infrastructure. Ces frais sont pour une bonne part facturés aux exploitants d'installations nucléaires et font donc partie des coûts de production des centrales actuelles.

4.3. Coûts de la recherche

Depuis plus de 30 ans, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) récolte des données pour des projets de recherche, de développement et de démonstration dans le domaine de l'énergie en Suisse. Cette collecte porte uniquement sur les projets entièrement ou partiellement financés par les fonds publics (Confédération, cantons et communes), le Fonds national suisse de la recherche scientifique ou la Commission de l'UE.

Les pouvoirs publics ont alloué en 2005 près de 48 millions de CHF à la recherche sur l'énergie nucléaire. La recherche sur la fission nucléaire porte essentiellement sur les questions de sécurité. La recherche sur la fusion nucléaire s'inscrit dans le cadre du programme européen de recherche sur la question (voir tableau 5). Les recherches nucléaires de l'IPS et l'EPFL ont, quant à elles, été financées par les fonds publics à hauteur de 20 millions de CHF pour chaque institut. Un budget équivalent est fourni à la recherche nucléaire par l'économie privée (selon les estimations de l'OFEN).

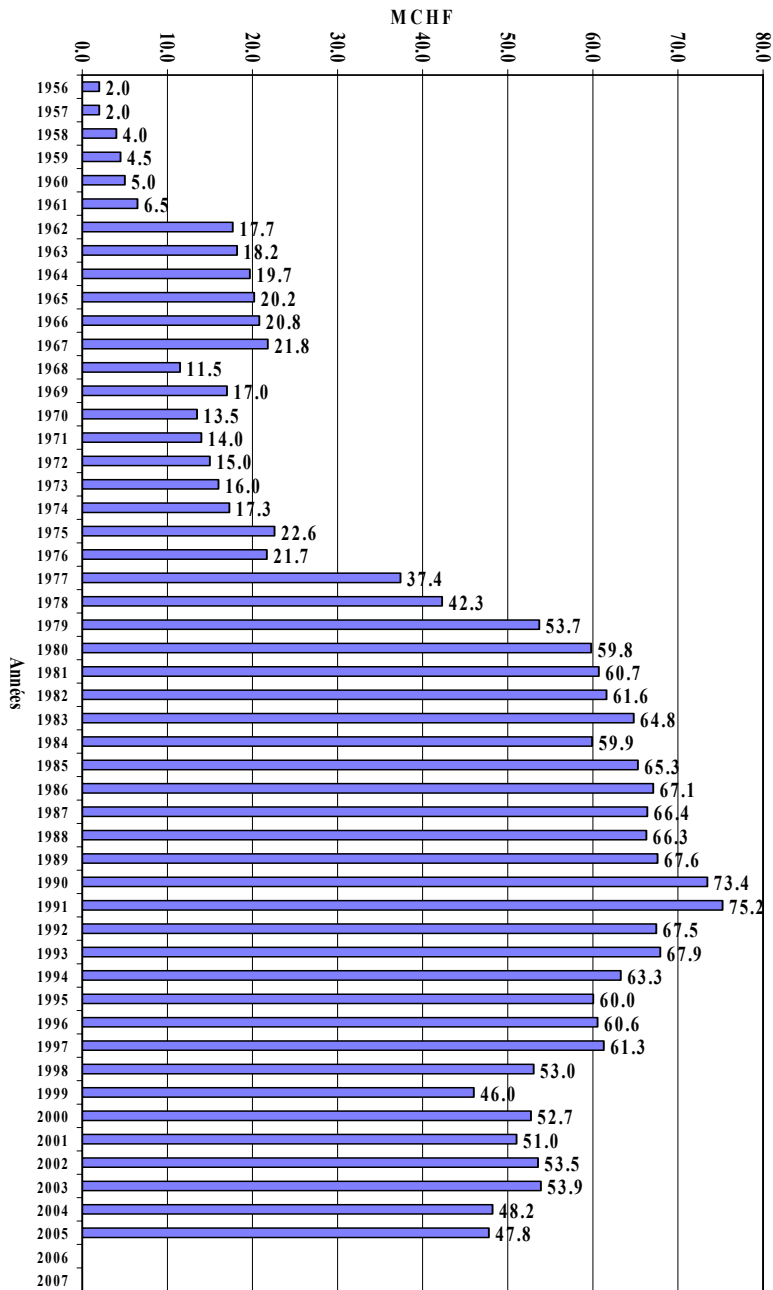
Tableau 5: Résumé des dépenses publiques et privées en faveur de la recherche énergétique en 2005. Source: [2].

Domaine de recherche (en millions de CHF) en 2005	Fonds publics	Fonds privés
Utilisation efficace de l'énergie	54,3	550
Energies renouvelables	42,8	120
Fondements de l'économie énergétique	11,0	25
Energie nucléaire	47,8	45
Fission	22,5	
Sécurité	13,5	
Déchets radioactifs	5,3	
Recherche	3,8	
Fusion	25,2	
Physique des plasmas, méthodes de chauffage	22,6	



Technologie de la fusion	0,8	
Contributions pour la participation internationale	1,9	

La figure 3 indique les coûts de la recherche nucléaire pris en charge par le secteur public depuis 1956, y compris le coût du réacteur expérimental de Lucens.



Dépenses publiques de R&D en énergie nucléaire (FISSION & FISSION, en millions de francs (MCHF), en valeurs nominales par années, çà-d. non corrigées du renchérissement), de 1956 à 2007

Figure 3: Financement de la recherche nucléaire par les fonds publics de 1956 à 2005 (en millions de CHF) Source: OFEN.



5. Coûts réels des centrales existantes

Les centrales nucléaires actuelles supportent elles-mêmes les coûts entraînés par la construction, l'exploitation, l'entretien, l'achat des matières premières, la modernisation, les autorisations, la surveillance, le retraitement des combustibles, le démantèlement des installations et la gestion des déchets finaux. Tous ces éléments font partie intégrante des coûts de production. La recherche nucléaire est financée environ pour moitié par l'Etat, l'autre moitié provenant de l'économie privée, représentée en majorité par les exploitants de centrales nucléaires.

Bon nombre de ces éléments n'étant chiffrables que très vaguement (en se basant sur des suppositions), voire pas du tout, il n'est pour l'heure pas possible d'effectuer un calcul sérieux du coût «réel» du nucléaire. Pour une valeur indicative des coûts de production, nous renvoyons le lecteur aux rapports de gestion publiés: selon les derniers chiffres, les nouvelles centrales de Gösgen et Leibstadt affichent des coûts de production respectifs de 3,6 et 5,1 ct./kWh.

Les centrales de Mühleberg et de Beznau I et II font partie d'un groupe, tandis que Gösgen et Leibstadt sont des sociétés indépendantes, raison pour laquelle la structure de leurs coûts annuels, avec les coûts de production correspondants, figure dans leurs rapports de gestion (tableau 6).

Tableau 6: Structure des coûts annuels des centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt, en %.
Sources: rapport de gestion 2006 de la centrale nucléaire de Leibstadt et rapport de gestion 2007 de la centrale nucléaire de Däniken-Gösgen AG.

	Gösgen	Leibstadt
Exploitation	49,7 %	29,2 %
Combustible	14,6 %	7,7 %
Gestion des déchets	14,8 %	18,6 %
Désaffectation et démantèlement	8,5 %	4,7 %
Amortissements	6,2 %	28,2 %
Résultat financier et bénéfice	6,2 %	11,6 %
Coûts annuels	297,3 millions de CHF	476,6 millions de CHF
Coûts de production de l'électricité	3,64 ct./kWh	5.09 ct./kWh

6. Coûts des nouvelles centrales nucléaires

Bien que le postulat n'ait pas explicitement soulevé ce point, le coût des nouvelles centrales nucléaires sera probablement un élément central des discussions politiques. C'est ainsi que les Perspectives énergétiques pour 2035, élaborées entre 2003 et 2007, s'intéressent notamment au coût des nouvel-



les centrales. Les chiffres utilisés sont basés sur des recherches et des discussions menées en 2005 avec le groupe de travail Perspectives énergétiques pour 2035.

Vu les fluctuations du cours de l'uranium, les péripéties de la construction (retardée) d'un réacteur EPR en Finlande, l'augmentation du prix de l'acier et les goulets d'étranglement dans la construction de centrales électriques, l'OFEN a demandé une mise à jour des données du rapport et confié à Prognos AG le mandat de chiffrer le coût d'une nouvelle centrale nucléaire.

L'objectif de cette étude rapide est d'établir une analyse complète des coûts probables d'une nouvelle centrale nucléaire, d'en exposer les incertitudes et les marges de fluctuation ainsi que de d'écrire l'évolution possible des marchés concernés, sur la base des connaissances actuelles.

Les coûts indicatifs (en CHF2007) ont été calculés en fonction des paramètres de base suivants:

- Type: EPR
- Puissance: 1600 MW_{el}
- Mise en service: env. 2030
- Durée du chantier: 5 ans
- Infrastructure: préexistante (construction sur le site de centrales existantes)

On part en outre du principe que plusieurs autres EPR auront déjà été construits ailleurs en Europe d'ici le début des travaux sur le réacteur suisse et qu'il ne s'agira donc pas d'un «prototype» mais d'un modèle standard.

Les facteurs qui influencent le coût des matières premières et de l'acier sont l'augmentation de la demande, résultat notamment de la croissance en Asie, et en particulier en Chine et en Inde, l'instabilité (géo)politique, les goulets d'étranglement dans la chaîne d'extraction et de traitement des matières premières ainsi que les monopoles et oligopoles existant dans différents secteurs. On ne peut à priori pas s'attendre à une détente sur le marché de l'acier ces prochaines années, ni à une amélioration des goulets d'étranglement du côté des fabricants de centrales et de leurs fournisseurs.

La garantie de la sécurité peut avoir tendance à entraîner une escalade des coûts d'investissement spécifiques. La pénurie (internationale) de personnel qualifié pour la construction et l'exploitation de centrales nucléaires est également un problème de plus en plus reconnu, dont les effets pourront aussi se faire sentir en Suisse (à long terme).

Le tableau 7 résume l'estimation des principaux coûts d'une nouvelle centrale nucléaire de la troisième génération (réacteur à eau pressurisée EPR) d'une puissance de 1600 MW.

Tableau 7: Estimation des coûts d'une nouvelle centrale nucléaire. Source: [6].

	Unité	Référence	Marge de fluctuation	Remarques
Type		EPR		Eau pressurisée
Puissance	MW _{el}	1600		Autres types: 1000-



				1500
Taux d'intérêt macroéconomique	%	2,5		
Durée de vie et d'amortissement ¹⁾	a	60		
Heures de plein régime	h/a	7600	7400-8000	
Coûts d'investissement	CHF/kW _{el}	3350	2750-3750	
Coûts d'exploitation	CHF/kW _{el} /a	100	70-120	Hors modernisation
Coûts de désaffectation	CHF/kW _{el}	575	350-1100	
Coûts de modernisation	CHF/kW _{el}	840	300-1300	
Coûts de combustible (Cycle complet du combustible)	CHF/MWh _{el}	14,5	13-16	Hors retraitement

1) La durée d'amortissement considérée est ici identique à la durée de vie et d'exploitation technique
Prognos 2008

En fonction des données du tableau 7, les coûts macroéconomiques de production d'électricité, y compris les coûts de modernisation, de désaffectation et de sécurité, hors autres coûts externes, s'élèvent à 4,8 ct./kWh (base 2007).

En ce qui concerne le coût des nouvelles centrales nucléaires, les chiffres que l'on peut trouver dans la littérature existante sont extrêmement variables. Pour vérifier la stabilité des résultats face aux fluctuations des paramètres généraux, une analyse de sensibilité a été réalisée. Les facteurs qui influencent le plus fortement le résultat sont la durée d'amortissement, les heures de fonctionnement à plein régime et les coûts d'investissement. Un chantier de construction qui dure plus longtemps que prévu, pour des raisons de planification ou de sécurité, peut également faire grimper les coûts d'investissement et du capital, comme l'a montré l'exemple de l'EPR en Finlande. Le prix de l'uranium, bien que peu stable et tendanciellement à la hausse en raison de capacités d'extraction et d'enrichissement insuffisantes ainsi que, à long terme, de l'épuisement des gisements de minerai, n'a qu'une faible influence sur les coûts de production.

Les nouvelles directives techniques de l'UCTE imposent désormais à chaque pays de disposer de réserves de production équivalentes aux capacités de la plus grande installation de production du pays. La construction de nouvelles centrales nucléaires d'une puissance de 1600 MW aurait pour effet d'augmenter considérablement les coûts engendrés par cette obligation. Ces coûts vont, à leur tour, influencer sur les coûts de production des centrales existantes et futures, bien qu'on ne sache pas encore, à l'heure actuelle, dans quelle mesure. L'ELCOM doit en effet encore se prononcer sur le mécanisme et la clé de répartition.



Bibliographie

- [1] OFEN: Die Energieperspektiven 2035 – Band 4, Bern 2007 (en allemand uniquement)
- [2] OFEN: Die Energieperspektiven 2035 – Band 5, Bern 2007 (en allemand uniquement)
- [3] OFEN: Liste des projets de la recherche énergétique de la Confédération 2004/2005, Berne 2007.
- [4] OFEN: Statistique suisse de l'électricité 2006, Berne 2007.
- [5] Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG: Entwicklung der Elektrizitätsgestehungskosten in grosstechnischen Kraftwerken; Expertengruppe Energieszenarien, Schriftenreihe Nr. 4; Berne 1987.
- [6] Prognos AG: Kurzstudie Kosten neuer Kernkraftwerke Aufdatierung der Kostendaten der Energieperspektiven Schweiz 2035, Bâle 2008.