

Teneur des initiatives

- Aperçu:
1. Initiative «Moratoire Plus»
 2. Initiative «Sortir du nucléaire»

1. «Moratoire Plus – Pour la prolongation du moratoire dans la construction des centrales nucléaires et la limitation du risque nucléaire (Moratoire-plus)»

Ce que demande l'initiative «Moratoire Plus»:

- La prolongation du fonctionnement d'une centrale atomique au-delà de quarante ans est soumise au référendum facultatif (la durée d'exploitation ne peut être prolongée que pour des périodes ne dépassant pas dix ans). La demande de prolongation présentée par l'exploitant d'une centrale doit notamment renseigner sur l'état de l'installation et sur les mesures envisagées pour que celle-ci satisfasse aux normes internationales de sécurité les plus modernes.
- Durant dix ans, aucune autorisation fédérale ne sera accordée pour de nouvelles installations nucléaires, ni pour un accroissement de puissance des centrales en services, ni pour des réacteurs utilisés aux fins de la recherche et du développement de la technique nucléaire (sauf s'ils servent à la médecine).
- La Confédération doit arrêter des dispositions sur la déclaration du courant électrique (provenance et mode de production).

2. «Sortir du nucléaire – pour un tournant dans le domaine de l'énergie et pour la désaffectation progressive des centrales nucléaires (Sortir du nucléaire)»

Ce que demande l'initiative «Sortir du nucléaire»:

- L'arrêt progressif des centrales atomiques:
 - Les centrales de Beznau I et de Beznau II, de même que celle de Mühleberg, sont mises hors service au plus tard deux ans après la votation populaire,
 - Les centrales de Gösgen et de Leibstadt sont arrêtées au plus tard trente ans après leur mise en service.
- L'interdiction du retraitement de combustibles nucléaires irradiés et de leur exportation aux fins du retraitement. En outre, les combustibles nucléaires exportés (en France et en Grande-Bretagne), mais pas encore retraités, doivent autant que possible être repris sans avoir été retraités.

Page 2

- La Confédération arrête les dispositions légales en ce qui concerne:
 - le recours à des sources d'énergie non nucléaires pour assurer l'approvisionnement énergétique;
 - le stockage durable et sûr des déchets radioactifs et les droits de codécision des collectivités intéressées;
 - la prise en charge par les exploitants et les propriétaires des centrales atomiques de tous les frais en rapport avec la mise hors service anticipée des installations.

Scénarios énergétiques à l'horizon 2030¹

- Aperçu:
1. Méthode, hypothèses et modèles
 2. Scénario de référence
 3. Scénario «Sortir du nucléaire»
 4. Scénario «Moratoire-plus»
 5. Comblent le «déficit d'approvisionnement électrique»

1. Méthode, hypothèses et modèles

Pour être à même d'évaluer les conséquences des initiatives «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», il faut d'abord déterminer leurs répercussions sur l'**offre de courant**. Celle-ci se compose de capacités de production électrique intérieure et d'importations de courant étranger (droits de prélèvement), fixées par contrat et assurées à long terme. Les **hypothèses** émises au sujet du semestre d'hiver² sont les suivantes: la production de courant hydraulique reste constante. En cas de poursuite de la politique actuelle, la croissance de la production électrique des installations de couplage chaleur-force (CCF) et des nouvelles énergies renouvelables évolue plus ou moins au même rythme qu'actuellement. Les importations se stabilisent à un niveau de 9 à 10 TWh (les contrats d'importation à long terme de courant qui expirent sont remplacés par de nouveaux contrats). A l'horizon 2030, le renouvellement des contrats d'importation peut porter sur 5 TWh.

L'évolution de la **demande de courant** est également liée à des hypothèses sur l'évolution de facteurs sous-jacents (produit intérieur brut, population suisse, parc immobilier, prix de l'énergie, parcs de machines et d'équipements, etc.). En cas de poursuite de la politique actuelle, la demande de courant augmentera de 13,4%, passant de 29,8 à 33,8 TWh. A ces chiffres, il faut ajouter certaines obligations contractuelles de livraison de courant à l'étranger (p. ex. au Liechtenstein) à raison de 1,7 TWh.

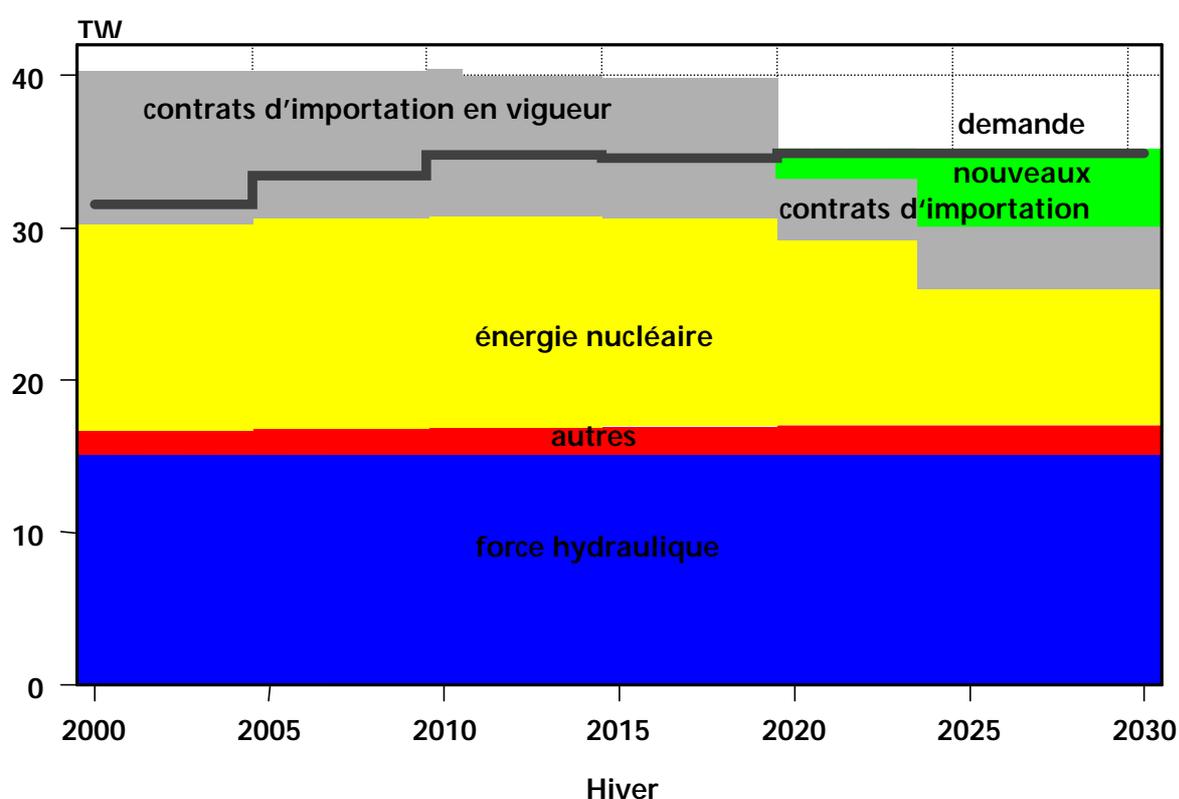
Les calculs ont été réalisés à l'aide de modèles de perspectives de l'Office fédéral de l'énergie. Les quatre modèles «Ménages», «Services», «Industrie» et «Transports» élaborés à l'horizon 2030 illustrent de manière détaillée la structure de consommation

¹ Scénarios concernant les initiatives «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», Prognos AG, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie, février 2001.

² Le semestre d'hiver sert de référence parce qu'à l'échelle européenne, il s'agit de la période la plus critique en matière d'approvisionnement en électricité. On part du principe que la production électrique moyenne prévisible correspond à la demande, donc que le bilan est équilibré pendant le semestre hivernal moyen et présente des excédents d'exportation pendant le semestre estival moyen (réduction de la demande, régime des eaux plus important).

d'énergie. Ces modèles concernant la demande sont comparés à un modèle de présentation de l'offre de courant. Dans le cadre des conditions-limites (p. ex. réduction des émissions de CO₂, absence de liberté d'importation en cas d'arrêt des centrales nucléaires), les coûts des diverses technologies énergétiques seraient optimisés.

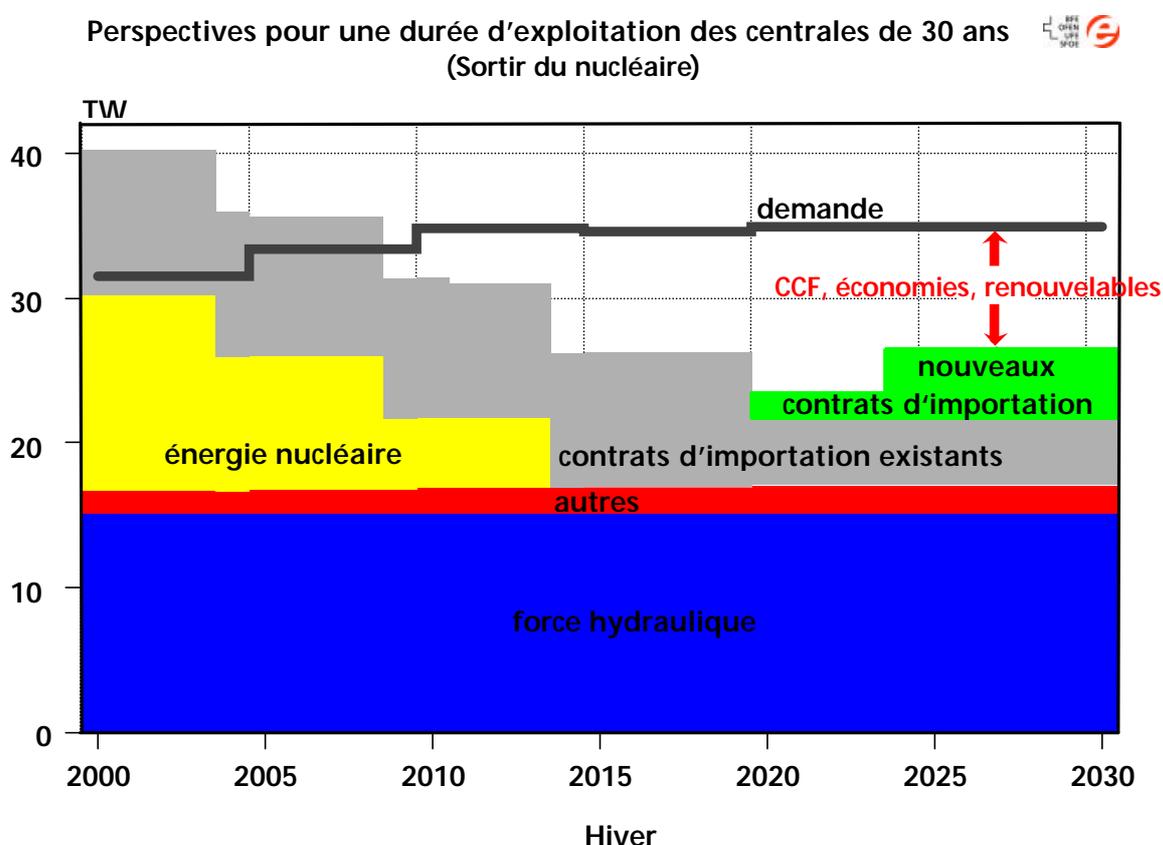
**Perspectives pour une durée d'exploitation des centrales de 50 / 60 ans
(cas de référence)**



2. Scénario de référence

Les conséquences des deux initiatives sont comparées à un scénario de référence correspondant à la poursuite continue de la politique énergétique aujourd'hui pratiquée. Ce scénario se fonde sur les mesures de politique énergétique et climatique fixées dans les lois sur l'énergie et le CO₂. Pour atteindre l'objectif d'émissions de CO₂ fixé dans la loi du même nom, le scénario de référence tient compte du prélèvement de la taxe sur le CO₂ inscrite dans la loi. La durée d'exploitation des centrales nucléaires de Mühleberg, Beznau 1 et Beznau 2 est fixée à 50 ans, celle des centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt à 60 ans.

La figure présente la situation de l’approvisionnement du scénario de référence (cas de référence). Aucun «déficit d’approvisionnement électrique» n’est à déplorer à l’horizon 2030. En raison des droits de prélèvement étrangers élevés, des excédents sont enregistrés jusqu’en 2015 et doivent donc être réexportés. Mais dès 2020, il devient nécessaire de conclure de nouveaux contrats et ce, même dans l’hypothèse d’une poursuite de l’exploitation des centrales nucléaires.



3. Scénario «Sortir du nucléaire»

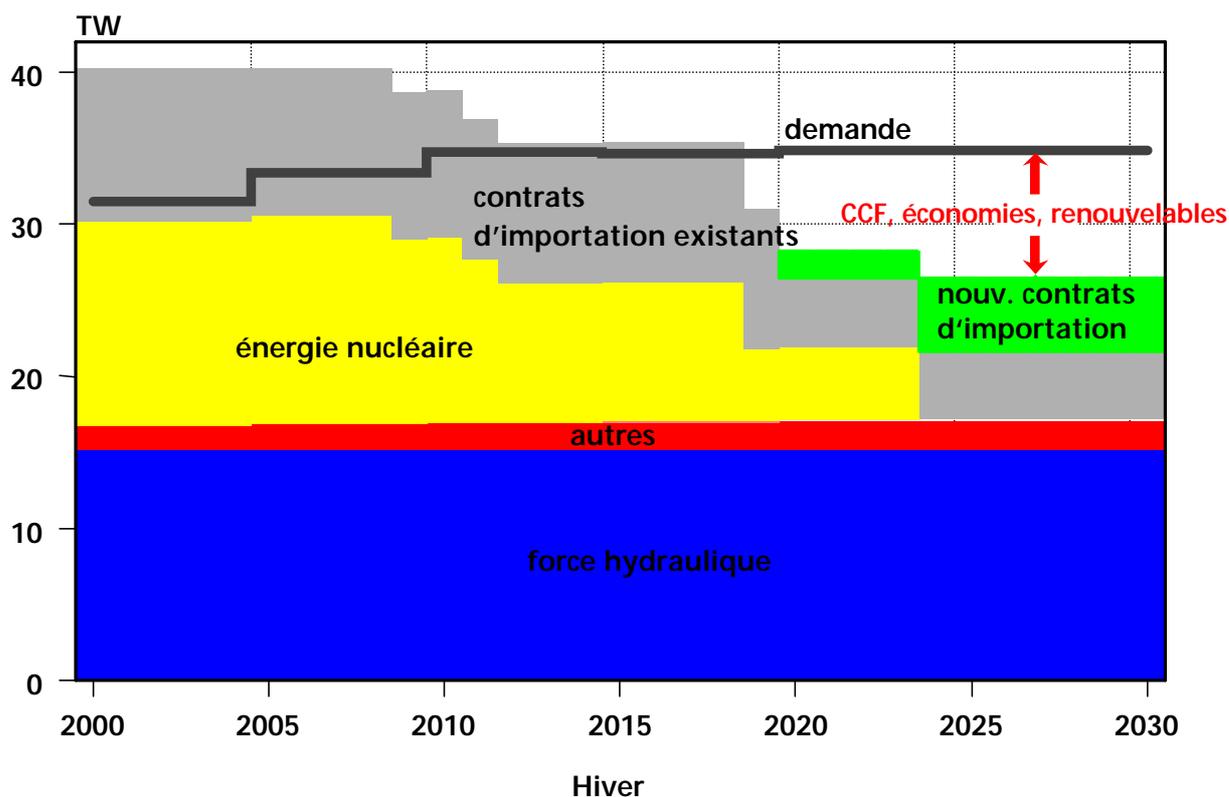
Au lieu d’être désaffectées après une durée d’exploitation de 50 ou 60 ans comme dans le scénario de référence, les centrales nucléaires de Gösgen et Leibstadt sont démantelées après 30 ans et les centrales nucléaires de Mühleberg et Beznau deux ans déjà après l’acceptation de l’initiative par le peuple suisse. La situation de l’approvisionnement électrique qui en découle apparaît sur la figure (Sortir du nucléaire). On constate l’apparition dès 2009 d’un «déficit d’approvisionnement électrique» (cf. aussi tableau).

4. Scénario «Moratoire-plus»

A la différence du cas de référence, les centrales nucléaires sont désaffectées après une durée d'exploitation de 40 ans. Ici, on part du principe qu'aucune demande de prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires n'est déposée et autorisée, bien qu'en principe l'initiative «Moratoire-plus» le permettrait. La situation de l'approvisionnement qui en découle est présentée sur la figure (Moratoire). Un «déficit de l'approvisionnement électrique» se produit à partir de 2019 (cf. également tableau). En cas de prolongation de la durée d'exploitation, par exemple, des deux grandes centrales nucléaires, les résultats obtenus sont très semblables à ceux du scénario de référence.



Perspectives pour une durée d'exploitation des centrales nucléaires de 40 ans
(Moratoire)



5. Comblent le «déficit d’approvisionnement électrique»

Pour combler un hypothétique «déficit de l’approvisionnement électrique», des alternatives **aux coûts idéaux ne modifiant pas la situation en matière d’émissions de CO₂** sont recherchées. On ne s’appuie donc pas simplement sur la solution la «moins onéreuse» pour sortir du nucléaire; on cherche une stratégie défendable tant du point de vue économique que sur le plan de la politique écologique. Une telle solution (cf. tableau) repose naturellement sur plusieurs hypothèses au niveau des progrès techniques, dans l’éventualité où 2/3 à 4/5 du «déficit d’approvisionnement électrique» seraient essentiellement couverts par des installations CCF décentralisées fonctionnant au gaz naturel et produisant, outre du courant électrique, de l’énergie thermique permettant de chauffer des bâtiments individuels. Les émissions supplémentaires de CO₂ générées par les CCF devraient être neutralisées par une redevance sur le CO₂. Quelque 15 à 27% des capacités manquantes proviendraient du renforcement des mesures d’utilisation rationnelle du courant et 3 à 6% du courant tiré des nouvelles énergies renouvelables. Les calculs de sensibilités confirment la vraisemblance de cette solution. On peut aussi imaginer que les installations CCF puissent à l’avenir être exploitées sur la base de piles à combustible ou que la géothermie et la biomasse deviennent économiquement assez intéressantes pour produire de l’électricité. Suivant certaines hypothèses, des importations d’énergie éolienne pourraient aussi concurrencer les installations CCF indigènes.

Le comblement du «déficit d’approvisionnement» est présenté dans le tableau ci-après:

«Sortir du nucléaire» Semestre d’hiver / en TWh	2005	2010	2015	2020	2025	2030
«Déficit d’approvisionnement»	0	3,8	8,4	11,5	8,4	8,4
Couverture en % par:						
Installations CCF		76 %	80 %	80 %	74 %	67 %
Economies accrues d’électricité		24 %	17 %	16 %	21 %	27 %
Nouvelles énergies renouvelables		0	3 %	4 %	5 %	6 %
«Moratoire-plus»						
Couverture en % par:	0	0	0	7,2	8,4	8,4
Installations CCF						
Economies accrues d’électricité				82 %	81 %	79 %
Nouvelles énergies renouvelables				15 %	16 %	18 %
Couverture en % par:				3 %	3 %	3 %

Les **coûts supplémentaires** de chaque variante sont comparés à l'hypothèse – cas de référence – de la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires (Cf. Fiche d'information «Conséquences économiques»). Du point de vue économique, le raccourcissement de la durée d'exploitation des centrales nucléaires ne serait pas gratuit. Les coûts externes engendrés par les différentes utilisations et technologies énergétiques ainsi que les risques et les possibilités liés à des percées technologiques et économiques dans la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables n'ont pas été pris en compte dans ces modèles de calculs.

Comparaison entre les analyses de l'OFEN et les travaux du Bremer Energie Institut

- Aperçu:
1. Écarts au niveau de la méthodologie et des hypothèses
 2. Écarts au niveau des scénarios
 3. Conclusion

Le Bremer Energie Institut a procédé à une estimation des retombées économiques des initiatives atomiques pour le compte du sous-comité Energie nucléaire des Sociétés d'électricité d'importance nationale (UAK). L'institut aboutit à des résultats différents de ceux obtenus par l'Office fédéral de l'énergie/Prognos et al., qui s'appuyaient sur une méthodologie, des hypothèses et des scénarios différents.

1. Écarts au niveau de la méthodologie et des hypothèses

- Étude de **l'OFEN**: pour l'OFEN, le déficit électrique résultant de la sortie du nucléaire est plus faible que celui considéré par l'institut allemand. Il s'établit à 8,6 TWh et se base sur la production actuelle d'électricité sans les centrales nucléaires, sur les contrats d'importation de courant et sur une analyse précise de l'évolution de la demande.
Étude du **Bremer Energie Institut**: l'étude allemande a simplifié à l'extrême en considérant que le déficit électrique équivalait purement et simplement à la production des centrales nucléaires mise hors service, soit 22,9 TWh.
- Étude de **l'OFEN**: les contrats d'importation sont considérés comme étant partie intégrante de l'offre de courant nécessaire à long terme, ce qui réduit le déficit électrique. Une sécurité d'approvisionnement de 50 % est jugée suffisante.
Étude du **Bremer Energie Institut**: les contrats d'importation sont considérés comme une réserve permettant d'atteindre une sécurité d'approvisionnement élevée. Ils ne viennent donc pas s'ajouter à l'offre de courant. C'est pourquoi le déficit électrique est nettement plus important que celui estimé par l'OFEN.
- Étude de **l'OFEN**: afin de combler le déficit électrique dû à la sortie du nucléaire et de compenser les émissions de CO₂ supplémentaires générées par les installations à couplage chaleur-force (CCF), l'OFEN table sur une combinaison de trois mesures propres à minimiser les coûts: implantation d'installations CCF, utilisation rationnelle de l'électricité et recours aux énergies renouvelables.
Étude du **Bremer Energie Institut**: le Bremer Energie Institut a élaboré pour sa part **trois** scénarios distincts de résorption du déficit électrique: primo, recours aux centrales à cycles combinés (CCC); secundo, recours aux mesures d'économie d'électricité **et** aux installations CCF; tertio, recours aux énergies renouvelables **et** aux installations CCF. Ces scénarios, dont deux coûteraient extrêmement cher, délimitent un cadre. Aucun

scénario basé sur un ensemble de mesures et de technologies et respectant le principe de l'optimisation des coûts n'a été conçu.

- Étude de l'**OFEN**: la **part** des CCF, de l'utilisation rationnelle de l'électricité et des énergies renouvelables dans la résorption du déficit électrique est un objet d'étude. Étude du **Bremer Energie Institut**: les **parts** des centrales CCC, des installations CCF, des mesures d'économies et des énergies renouvelables sont **données**.
- Étude de l'**OFEN**: l'étude porte sur une période allant jusqu'à l'année 2030. Au-delà, les incertitudes seraient trop grandes. Néanmoins, le scénario de référence prévoit que la dernière centrale sera désaffectée en 2044 seulement. Afin d'estimer, même grossièrement, le total des coûts supplémentaires et de permettre ainsi une certaine comparaison avec d'autres travaux, on a transposé de manière très simplifiée le calcul des coûts supplémentaires de la période avant 2030 à la période 2030-2044. Étude du **Bremer Energie Institut**: l'étude porte sur la période allant jusqu'en 2044.

2. Écart au niveau des scénarios

Scénario photovoltaïque

Contrairement à l'étude de l'OFEN, le scénario du Bremer Energie Institut mise sur un fort développement du photovoltaïque. Les résultats ne sont donc pas comparables.

Scénario «Intensification des économies d'électricité»

Le scénario du Bremer Energie Institut baptisé «Extension des économies d'électricité» semble à première vue se prêter à une comparaison avec le calcul de sensibilité de l'OFEN intitulé «Économies supplémentaires d'électricité», d'autant plus que les calculs des coûts supplémentaires aboutissent à peu près au même résultat. Néanmoins, les hypothèses différentes et la méthodologie peu transparent retenues par le Bremer Energie pour le calcul des mesures d'économie rendent toute comparaison illusoire. La similitude des résultats est sans doute à attribuer au hasard.

Scénario CCC

Étant donné les hypothèses sous-jacentes au scénario CCC élaboré par le Bremer Energie Institut, lesquelles divergent de celles de l'étude de l'OFEN, seule une comparaison indirecte est possible. Un aplanissement des écarts au moyen de calculs de sensibilité et d'un réajustement grossier des hypothèses permet de déceler un lien plausible entre les hypothèses et les résultats. Après avoir procédé à un important réajustement des hypothèses, on constate que les résultats sont très proches. Les écarts sont explicables de manière plausible.

3. Conclusion

Étude du **Bremer Energie Institut**: l'étude allemande reste superficielle, se base sur des scénarios extrêmes et expose des stratégies qui ne sont guère réalisables techniquement et économiquement. En outre, plusieurs hypothèses de coûts sont entachées de biais: surestimations (p. ex. réserves excessives) et sous-estimations (p. x. les coûts de compensation des émissions supplémentaires de CO₂ et des mesures d'économies sont trop bas).

Étude de l'OFEN: l'étude de l'OFEN procède à une analyse approfondie de la structure de l'offre et de la demande, décrit des instruments de politique énergétique utilisables et présente des scénarios propres à minimiser les coûts. Quant à savoir si ces instruments politiques seront effectivement activés en cas d'acceptation des initiatives, c'est là une autre histoire. Il n'en reste pas moins que les calculs de sensibilité effectués indiquent que les résultats obtenus par l'OFEN sont fiables.

Tableau comparatif des hypothèses et des résultats des deux études

	OFEN: scénario avec optimisation des coûts (CCF, économies, renouvelables)	Bremer Energie Institut: trois scénarios distincts		
		Scénario CCC	10 % photovoltaïque, 5 % éolien + 85 % CCF	15 % extension économies + 85 % CCF
Hypothèses:				
Sécurité d'approvisionnement	50 %	Élevée, env. 100 %	Élevée, env. 100 %	Élevée, env. 100 %
Importations de courant	2000: 18,9 TWh 2030: 17,2 TWh	Constantes 15,7 TWh	Constantes 15,7 TWh	Constantes 15,7 TWh
Prix du gaz	+ 25 % d'ici 2030	Constant	Constant	Constant
Instruments de politique énergétique	L'Ene, LCO2/Taxe sur le CO2, initiatives	Pas pris en compte	Pas pris en compte	Pas pris en compte
Déficit électrique (max.)	8,6 TWh	Constant 22,9 TWh	Constant 22,9 TWh	Constant 22,9 TWh
Demande de courant prise pour référence	2000: 53,9 TWh 2030: 60,4 TWh	Constante 53,9 TWh	Constante 53,9 TWh	Constante 53,9 TWh
Coûts de compensation des émissions de CO2	Fr.133 – 160/t CO2	Fr. 50/t CO2	Fr. 50/t CO2	Fr. 50/t CO2
Coûts supplémentaires des économies d'électricité d'ici 2030	SdN 3,5milliards M+40 1,9 milliards.	Pas pris en compte	Pas pris en compte	Pas pris en compte
Résultats:				
Coûts suppl. d'ici 2044	SdN: 42 milliards M+40: 25 milliards	26 milliards 16 milliards	56 milliards 42 milliards	41 milliards 29 milliards
Sensibilités SdN:				
Prix du gaz constant	39 milliards	26 milliards	56 milliards	41 milliards
Hausse du prix du gaz	45 milliards	41 milliards	62 milliards	48 milliards
Sensibilité CCC SdN	39 milliards	26 milliards		
Sensibilité CCC + prix du gaz constant	35 milliards	26 milliards		
Extension des économies (coûts supplémentaires)	41 milliards (-0,7 milliards d'ici 2030)			41 milliards

Emissions de CO2

La désaffectation anticipée des centrales nucléaires suisses se traduirait par un «déficit d'approvisionnement électrique», qu'il conviendrait d'atténuer par un renforcement des mesures d'utilisation rationnelle de l'électricité et de combler par la construction de nouvelles installations de production de courant. L'une des hypothèses retenues¹ (optimisation des coûts) est que dans un premier temps, les capacités de remplacement des centrales nucléaires seraient en majorité assurées par des équipements de couplage chaleur-force (CCF). Cette solution serait transitoire et les émissions supplémentaires de CO2 devraient être neutralisées par un renforcement de la politique énergétique.

Pour maintenir au plus bas niveau les émissions supplémentaires de CO2, l'initiative «Sortir du nucléaire» n'autorise le remplacement des centrales nucléaires désaffectées que par des installations de production fossile thermique à récupération de chaleur, c'est-à-dire des CCF. Les CCF présentent un meilleur rendement thermique que les installations sans récupération de chaleur et contribuent donc à réduire les émissions de CO2. En comparaison avec le courant produit sans récupération de chaleur, l'électricité générée par les CCF est toutefois plus onéreuse; la plupart des installations CCF seraient décentralisées; fonctionnant au gaz naturel ou au diesel, elles permettraient non seulement de produire de l'électricité mais également de chauffer des bâtiments individuels. Les CCF capables de chauffer plusieurs bâtiments nécessitent des réseaux de distribution de chaleur et coûtent donc plus cher.

L'augmentation des émissions annuelles de CO2 de la Suisse s'élèverait à 8,4%. Cependant, la loi du 8 octobre 1999 sur le CO2 fixe une réduction de 10% des émissions de CO2 par rapport au niveau de 1990, ce qui signifierait une baisse effective de 12% pour la période restant à courir entre aujourd'hui et 2010.

Pour atteindre l'objectif fixé pour le CO2, la loi prévoit la conclusion de conventions librement consenties avec l'économie; au cas où ces mesures ne suffiraient pas, une redevance sur le CO2 viendrait s'y ajouter. Celle-ci pourrait donc également servir à compenser les émissions supplémentaires de CO2 liées aux CCF. Conformément aux modèles de calcul, la redevance devrait respecter un taux maximal légal de 210 francs par tonne de CO2 (cf. tableau), ce qui correspond à une majoration d'environ 50 centimes par litre d'essence ou 60 francs par quintal d'huile de chauffage extra-légère.

¹ Scénarios concernant les initiatives «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», Prognos AG, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie, février 2001.

Les expériences réalisées ces dernières années dans le domaine de la politique énergétique et climatique confirment que réduire les émissions de CO₂ représente un énorme défi. Les émissions supplémentaires inéluctables en cas d'acceptation de l'initiative «Sortir du nucléaire» rendraient plus difficile encore la réalisation des objectifs de 2010 et ce, en dépit du fait que la hausse des émissions de CO₂ n'apparaîtrait qu'après 2010.

En cas d'acceptation de l'initiative «Moratoire-plus», la problématique du CO₂ s'aggraverait encore une dizaine d'années plus tard. Mais les CCF ne seraient nécessaires qu'à partir de 2015, et il se peut que d'autres technologies énergétiques produisant peu ou pas de CO₂ s'imposent d'ici là.

La politique de protection du climat ne peut se satisfaire d'une stabilisation des émissions de CO₂ au niveau de celui des années 1990; elle doit viser d'autres réductions après 2010. Et comme une stratégie fondée sur les CCF impliquerait automatiquement une croissance des émissions de CO₂, elle ne serait défendable que comme solution transitoire.

A la différence de «Sortir du nucléaire», l'initiative «Moratoire-plus» n'exclut pas le recours subsidiaire à des centrales thermiques fossiles sans récupération de chaleur. Les modèles de calcul sont néanmoins basés sur des CCF telles que les installations préconisées par l'initiative «Sortir du nucléaire» et non pas sur des solutions moins onéreuses. Quant au remplacement partiel ou complet des centrales nucléaires désaffectées par des centrales combinées sans récupération de chaleur fonctionnant au gaz naturel, il entraînerait une hausse des émissions de CO₂ encore plus prononcée.

Redevance CO₂ en fr./t CO₂

	2005	2010	2015	2020	2030
Objectif CO₂ sans les Initiatives*					
Combustibles	40	100	100	100	100
Carburants	50	160	160	160	160
«Moratoire-plus»					
Combustibles	40	100	140	190	190
Carburants	50	160	200	210	210
«Sortir du nucléaire»					
Combustibles	40	170	210	210	210
Carburants	50	210	210	210	210

* Taux de redevance sans mesures librement consenties (lesquelles impliqueraient, le cas échéant, des taux de redevance moins élevés).

Conséquences économiques

Une mise à la retraite anticipée des centrales nucléaires signifie l'élimination de capacités de production d'électricité qu'il faudra remplacer. Tant que les solutions de rechange coûteront plus cher que la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires (somme des coûts de rééquipement, des frais d'entretien et d'exploitation), la sortie du nucléaire entraînera des coûts supplémentaires pour l'économie. Avec comme corollaire un renchérissement du prix de l'électricité produit dans les nouvelles unités par rapport au prix de l'électricité qu'auraient pu fournir les centrales nucléaires si elles avaient continué à fonctionner.

Le tableau ci-dessous indique les augmentations ou diminutions de coûts à l'horizon **2030** en fonction de diverses composantes de coûts:

Composante de coûts en milliards de francs	«Moratoire Plus»	«Sortir du nucléaire»
Compensation de la production manquante (dépende supplémentaire)	14,7	28,4
<i>Dont</i>		
- Stratégie CCF	11,8	22,3
- Économies d'électricité	1,9	3,5
- Énergies renouvelables	1,0	2,6
Renoncement aux exportations de courant (manque à gagner)	5,0	10,2
Compensation des émissions de CO ₂ (dépendes supplémentaires)	2,4	5,1
Désaffectation des centrales (diminution des dépenses)	-8,7	-15,9
Total des coûts supplémentaires pour l'économie	13,4	27,8

Compenser l'abandon des centrales nucléaires par une augmentation des économies d'électricité, un accroissement de la production de courant à partir d'énergies renouvelables et la construction d'installations à couplage chaleur-force (CCF) entraînerait des coûts supplémentaires de 14,7 ou de 27,8 milliards de francs selon la variante retenue; coûts dont la majeure partie serait imputable aux installations CCF. En effet, selon les calculs modèles basés sur l'optimisation des coûts, ce sont elles qui devraient couvrir la plus grande partie de la production manquante. Le total des coûts supplémentaires serait encore plus élevé si la part des énergies renouvelables et des économies d'énergie dans la couverture du «déficit électrique» était plus importante.

À long terme – c'est-à-dire après la désaffectation des centrales nucléaires –, la Suisse devrait utiliser **l'électricité qu'elle exporte** aujourd'hui pour ses propres besoins. Cela signifie qu'elle devrait se passer des recettes que rapporte cette activité. Le manque à gagner s'élèverait à 5 milliards dans un cas, à 10,2 milliards dans l'autre; augmentant d'autant le prix à payer pour l'abandon du nucléaire.

Les mesures visant à **annuler** les émissions supplémentaires de CO₂ rejetées par les installations CCF généreraient des coûts supplémentaires de 2,4 milliards, respectivement 5,1 milliards de francs.

En cas de mise à la retraite anticipée des centrales nucléaires, les **dépenses** liées au rééquipement, à l'entretien, à l'exploitation, au combustible des centrales, ainsi que celles liées à l'entreposage et au stockage des déchets disparaîtraient. Les coûts supplémentaires se trouveraient allégés de 8,7, respectivement 15,9 milliards de francs.

Le calcul ne prend pas en compte les émissions NOx dues aux installations CCF, ni les coûts externes et les risques. La complexité du problème, des difficultés d'ordre méthodologique ainsi que le caractère subjectif de ce type de calculs expliquent ce choix.

Produire de l'électricité au moyen d'installations CCF ou à partir d'énergies renouvelables coûte toutefois plus cher comparativement au nucléaire et même aux centrales à cycle combiné (CCC) fonctionnant au gaz sans utilisation des rejets de chaleur. Les CCC vont donc probablement peser sur le niveau de prix dans un futur marché européen de l'électricité ouvert.

Une solution qui permettrait, d'une part, d'offrir des débouchés à l'électricité, plus chère, produite par les installations CCF et à partir d'énergies renouvelables et, d'autre part, d'accroître le nombre de fournisseurs consisterait à introduire une sorte d'obligation d'achat – par exemple couplée à un modèle de certification. Les distributeurs de courant seraient tenus d'acheter un pourcentage de leur électricité à un prix plus élevé auprès des installations CCF ou des producteurs de courant «vert». Cette mesure aurait toutefois pour conséquence de faire grimper les prix de l'électricité de 20 %. D'autres instruments de nature politique sont également envisageables afin de promouvoir une production alternative d'électricité, comme une rétribution des coûts d'injection du courant dans le réseau ou des aides à l'investissement. Quoiqu'il en soit, la solution retenue entraînera des coûts supplémentaires.

L'initiative «Sortir du nucléaire» générerait des coûts supplémentaires pour l'économie à hauteur de 1 milliard de francs par an jusqu'en 2044, compte tenu des hypothèses retenues et sans compter les effets externes. L'initiative serait très risquée du point de vue économique parce qu'elle laisserait peu de temps pour combler le «déficit électrique» considérable qui se creusera, en cas de oui, à partir de 2010. Il faudrait donc construire des unités de production d'électricité et prendre des mesures accrues en faveur de l'utilisation rationnelle de l'énergie dans l'urgence, ce qui multiplierait les coûts. Les coûts directs d'un abandon prématuré du nucléaire seraient également supportés par une série d'acteurs, dont les cantons copropriétaires des centrales nucléaires. Les branches exportatrices, celles grosses consommatrices de courant ou les entreprises devant faire

face à la concurrence des importations (textile, industrie du papier, etc.) seraient quant à elles fortement pénalisées. Du point de vue économique, l'initiative «Sortir du nucléaire» est donc à rejeter sans appel.

L'initiative «Moratoire Plus» laisserait en revanche davantage de marge de manœuvre puisque la dernière centrale nucléaire (Leibstadt) serait mise hors service en 2024 (sous réserve d'une prolongation de sa durée d'exploitation). L'initiative autorise un remplacement échelonné du nucléaire par des technologies à haut rendement énergétique et des énergies renouvelables. Il faudra néanmoins impérativement renforcer le programme SuisseEnergie en recourant d'avantage aux mesures librement consenties, aux incitations financières et aux prescriptions, par exemple dans le domaine des appareils. Les coûts supplémentaires du scénario «Moratoire Plus» par rapport à une prolongation de l'exploitation des centrales nucléaires auraient relativement peu d'incidences sur l'économie. Ils s'élèveraient à 0,5 milliard par an environ à condition que la durée d'exploitation des centrales ne dépasse pas 40 ans et qu'aucune prolongation ne soit demandée et accordée.

Les potentiels de l'utilisation rationnelle de l'électricité et de la production de courant renouvelable

Les expériences réalisées ces dernières années dans le cadre des programmes Energie 2000 et SuisseEnergie ont fourni de précieuses données sur les potentiels de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables, de même que sur leurs possibilités d'utilisation. Elles ont confirmé qu'un approvisionnement énergétique compatible avec le développement durable, donc essentiellement basé sur des énergies renouvelables, renferme d'énormes potentiels sur les plans technique et économique. Les meilleures technologies commercialisables ne nécessitent qu'une fraction de la quantité d'énergie consommée par les installations actuellement en usage. Le potentiel des énergies renouvelables suffirait à couvrir plusieurs fois les besoins énergétiques de la Suisse. Pour l'exploiter pleinement, des décisions politiques et un comportement respectueux de l'énergie sont toutefois indispensables de la part de l'économie et des ménages.

- Selon les dernières recherches menées par Prognos sur les **potentiels d'efficacité** des appareils électriques (représentant 60% de la consommation suisse de courant), la stratégie consistant à fabriquer de «meilleurs appareils» (à plus faible consommation électrique) permettrait de réaliser un gain de 6 TWh d'ici 2020, soit 19% par rapport à l'évolution actuelle (statu quo). L'amélioration d'efficacité moyenne de cette stratégie s'élève à 1% par année.
- Par une promotion ciblée des projets d'assainissement ainsi que des petites centrales hydrauliques (qui représentent 7,5% de l'ensemble des centrales hydrauliques exploitées), il serait possible d'augmenter la **production de force hydraulique** de 5% jusqu'en 2024. Remplacer les turbines actuelles, en service depuis 40 ans voire plus, augmenterait leur rendement moyen de 20%.
- Selon les estimations des exploitants d'**UIOM**, le remplacement des turbines et l'optimisation de l'exploitation des installations en service permettraient d'accroître leur production de courant de 30% (près de 200 GWh/a par année). Quant au recours à des installations de couplage chaleur-force (CCF) dans les UIOM actuellement en service, il permettrait en outre de produire 100 GWh/a supplémentaires.
- Sur un potentiel de **masse verte fermentable** de 600'000 t/a, seuls 10% (soit 36 GWh/a) sont aujourd'hui exploités. Le reste du potentiel exploitable est de l'ordre de 320 GWh/a. S'y ajoutent près de 100 GWh/a qu'il serait possible de produire en utilisant les herbes de coupe des 100'000 ha de terres agricoles superflues.

- Sur près de 4 mio m³/a de **bois** de repousse, on peut s'attendre à ce que 0,5 m³, bien qu'inutilisables pour le chauffage, puissent néanmoins être destinés à la production électrique par gazéification (150 GWh/a). A ce chiffre s'ajoutent 60 GWh/a qu'il serait possible de produire à partir de vieux bois que l'on renoncerait à exporter.
- Selon une étude de potentiels menée en 1996, des installations produisant de l'**énergie éolienne** de 600 kW chacune permettraient de produire en Suisse quelque 3,5% des besoins énergétiques du pays (soit 1750 GWh/a) et ce, de manière économiquement rentable et en tenant compte des critères de la protection du paysage. Les progrès entre-temps réalisés dans ce domaine ont permis de réévaluer ce potentiel à la hausse. Les principales résistances relèvent de la protection du paysage.
- En soutenant massivement et de manière ciblée la **géothermie**, il serait possible de remplacer la totalité des centrales nucléaires actuelles dans un délai de 20 à 30 ans (600 installations hot-dry-rock de 5 MW en forant jusqu'à une profondeur de 4 à 5 km). A ce jour, aucune installation de ce type n'a été testée en Suisse. La rentabilisation de telles installations nécessiterait la commercialisation de la chaleur produite. Le prix de revient de cette électricité en ruban avoisinerait 15 ct./kWh, à condition que l'on commercialise également la chaleur produite à des prix concurrentiels. Au niveau de la réalisation, le potentiel est estimé à 2 ou 3 installations de ce type (300 GWh/a) jusqu'en 2010, et une trentaine (3000 GWh/a) d'ici à 2024.
- Le **photovoltaïque** ouvre des perspectives considérables. Avec la technologie actuelle, les surfaces construites représentent un potentiel théorique de 18 TWh/an. Un système de reprise incluant le remboursement des coûts (modèle de Berthoud) et des taux de croissance comparables à ceux attendus en Allemagne laissent prévoir un apport de 1000 GWh/an en 2024. Sauf stockage particulier (pompage-turbinage, hydrogène), le courant solaire ne constitue toutefois pas de l'énergie en ruban: sur le Plateau, quelque 70 % de la production de courant s'effectue en été (en Engadine: 45 %). En outre, le remplacement des chauffe-eau électriques par un système de **chauffage solaire** permettrait de réduire la demande de courant.
- Selon les recherches menées en mai 2002 par Prognos et Infrac, le remplacement des centrales nucléaires existantes par **des importations d'énergie éolienne** serait techniquement envisageable à moyen et long terme pour des surcoûts économiques supportables (comparativement à la poursuite de l'exploitation des centrales nucléaires). Il pourrait en découler une valeur ajoutée de 20 à 40% et la création de 1300 à 2300 emplois en Suisse. Les incertitudes sont surtout liées à l'accessibilité de ce marché à la Suisse (pour les membres de l'Union européenne, l'énergie éolienne fait partie de leur stratégie de réduction du CO₂). On ignore également dans quelle mesure le parc éolien (surtout offshore) va continuer de s'étendre, de même que comment l'énergie éolienne évoluera des points de vue technique et économique.

- Selon les scénarios élaborés par Prognos au sujet des initiatives de février 2001, le potentiel de production électrique des **CCF** s'élèverait à 21,2 TWh en 2010 (soit 90% de la production d'énergie nucléaire, ou 37,7% de la production nationale de l'année 2000), dont 16,3 TWh pendant le semestre d'hiver. Selon ces scénarios, ces potentiels seraient utilisés au maximum à 70% en 2020 (en cas d'abandon du nucléaire).
- Au cas où des solutions basées sur la rétention permanente du CO₂ et, en particulier, sur l'entreposage du CO₂, seraient réalisables et acceptées, il serait possible d'envisager sans arrière-pensée de remplacer les centrales nucléaires existantes par des **centrales électriques à turbines à gaz et à vapeur**. Sur le plan de la rentabilité, ces installations représentent aujourd'hui (sans rétention ni stockage de CO₂) l'alternative au nucléaire la plus avantageuse.

Les potentiels de remplacement durable des centrales nucléaires existantes existent bel et bien. Le problème réside dans leur exploitation. Divers **nouveaux instruments** permettant d'exploiter les potentiels existants d'efficacité et de production de courant ont été développés et utilisés dans le cadre d'Énergie 2000 et de SuisseEnergie:

- Dans le cadre de SuisseEnergie, une collaboration intense s'est établie dans le secteur électrique entre organisations concernées de la branche, organisations de consommateurs et organisations écologiques. Sur la base d'un contrat de prestations, les deux **agences** eae (agence de l'énergie pour les appareils électriques) et S.A.F.E. (Agence suisse pour l'efficacité énergétique) travaillent à la mise en place des objectifs de SuisseEnergie dans le secteur électrique. Une stratégie commune de stabilisation de la consommation de courant dans le secteur des appareils électriques a été élaborée avec ces agences jusqu'en 2010. Elle comprend notamment: recherche et développement, information, conseil, formation continue et perfectionnement, incitations, EtiquetteEnergie et restrictions d'homologation.
- Au 1^{er} janvier 2002, le Conseil fédéral a introduit l'**EtiquetteEnergie** pour les principaux appareils électroménagers et les lampes; les réfrigérateurs et les congélateurs sont désormais soumis à certaines **prescriptions d'homologation**. Cette brochette d'instruments peut être appliquée à tout le secteur des appareils électriques. Les prescriptions d'homologation devraient encore être plus largement appliquées et renforcées afin de tirer pleinement profit des gisements d'économie existants.
- L'**Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC)** élabore des conventions prévoyant des objectifs pour tous les agents énergétiques (y compris l'électricité) en matière de CO₂ et d'efficacité énergétique. Ces conventions devraient concerner une grande partie de la consommation d'énergie dans les secteurs de l'industrie, des PME et des services.
- La **recommandation SIA 380/4 Consommation électrique dans la construction** ainsi que ses instruments d'application dans les secteurs de l'éclairage, des techniques du froid et de la ventilation ont été élaborés en collaboration avec les cantons et les secteurs concernés. La réalisation de cette recommandation fait partie intégrante de la stratégie des cantons dans le cadre de SuisseEnergie (MoPEC).

- Le **courant vert** est aujourd'hui à la disposition de 60% des consommateurs d'électricité (généralement par le truchement de marchés de courant vert locaux). Le libre choix du fournisseur qu'entraînerait une ouverture ordonnée du marché contribuerait grandement à l'élargissement de l'offre de courant «vert».
- A Berthoud (ainsi qu'en Allemagne), le **remboursement à prix coûtant de l'électricité produite dans des installations décentralisées** a entraîné une forte accélération du recours aux énergies renouvelables.

Sources

- Message du Conseil fédéral concernant les initiatives populaires «Moratoire-plus» et «Sortir du nucléaire» et concernant la loi sur l'énergie nucléaire du 28 février 2001
- Scénarios concernant les initiatives populaires «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», Prognos, février 2001
- Conséquences économiques des initiatives populaires «Sortir du nucléaire» et «Moratoire-plus», Ecoplan, février 2001
- Programme Energie 2000, rapport final, décembre 2000
- Premier rapport annuel de SuisseEnergie 2001/2002, septembre 2002
- Analyse d'efficacité de SuisseEnergie, rapport final, Infrac, juillet 2002
- Evolution de la consommation d'énergie en 2001 par rapport à 2000 et 1990 et raisons sous-jacentes, rapport de synthèse, Prognos, juillet 2002
- Les milliards oubliés, coûts externes dans les secteurs de l'énergie et des transports, Infrac, Econcept, Prognos, 1996

La nouvelle loi sur l'énergie nucléaire (LENu)

- Aperçu:
1. Pourquoi une révision est-elle nécessaire?
 2. Situation initiale de la politique énergétique nucléaire
 3. Principaux éléments de la LENU (adoptée par le Parlement le 21 mars 2003)

1. Pourquoi une révision est-elle nécessaire?

Les bases légales de l'utilisation de l'énergie nucléaire sont la loi sur l'énergie atomique de 1959 et l'arrêté fédéral de 1978 concernant la loi sur l'énergie atomique. Ces deux textes nécessitent une révision à plusieurs titres, en particulier en ce qui concerne

- le retraitement des assemblages combustibles usés,
- la désaffectation des installations nucléaires,
- l'évacuation des déchets radioactifs et son financement,
- le régime de l'autorisation générale, et
- la délimitation des obligations incombant au propriétaire d'une telle installation.

Les travaux de révision ont commencé au milieu des années 1970. Bien que parfois très avancés, ils ont été suspendus à plusieurs reprises, notamment en raison de la controverse liée à l'utilisation de l'énergie nucléaire.

2. Situation initiale de la politique énergétique nucléaire

Ces dix dernières années, plusieurs tentatives ont été faites pour dégager un consensus dans le domaine de l'énergie nucléaire. A citer en particulier: le dialogue sur l'énergie de 1996/97, dans le cadre d'Énergie 2000; le dialogue de 1998 portant sur l'évacuation des déchets radioactifs; et les entretiens des conseillers fédéraux Leuenberger et Couchepin avec les exploitants des centrales nucléaires, leurs opposants et les cantons concernés, au début de l'année 1999. Des progrès ont été réalisés dans les domaines de l'utilisation rationnelle de l'énergie, des énergies renouvelables, de la force hydraulique et des lignes à haute tension; il n'a toutefois pas été possible de dégager un consensus sur des aspects essentiels de l'utilisation du nucléaire. Dans sa philosophie de l'évacuation des déchets, le rapport du groupe d'experts pour les modèles de gestion des déchets radioactifs (groupe EKRA) de février 2000 apporte néanmoins d'importantes nouvelles propositions.

Dans ce contexte, le Conseil fédéral tient compte du fait que l'énergie nucléaire a couvert, ces dernières années, quelque 40% de la production de courant; une part qu'il ne serait pas possible de réduire à court terme. Le Conseil fédéral entend par conséquent laisser ouverte l'option nucléaire. Dès lors, il propose le rejet des deux initiatives et soumet le projet de LENU au Parlement comme contre-projet indirect aux deux initiatives atomiques mises en votation le 18 mai 2003.

3. Eléments-clés de la LENU (projet adopté le 21 mars 2003 par le Parlement)

- **Garder l'option nucléaire ouverte.** De nouvelles centrales nucléaires sont en principe envisageables (mais uniquement avec les dernières technologies). La loi ne doit pas limiter dans le temps les autorisations d'exploitation des centrales nucléaires; aussi longtemps qu'elles sont sûres, il doit être possible d'en poursuivre l'exploitation.
- **Autorisations générales en faveur de nouvelles installations nucléaires.** L'autorisation générale est une décision politique de principe. Par conséquent, elle doit être soumise au référendum facultatif (tant pour les centrales que pour les dépôts en profondeur).
- **Codécision du canton d'accueil, des cantons et des pays limitrophes.** Le département associe à la préparation de la décision d'autorisation générale le canton d'accueil ainsi que les cantons et les pays situés dans le voisinage immédiat du site prévu. Il s'ensuit un renforcement de la participation des acteurs intéressés. Le Parlement n'a par ailleurs pas voulu de l'exigence de l'approbation du canton d'accueil que préconisait le Conseil fédéral.
- **Moratoire pour le retraitement.** Le Parlement a rejeté l'interdiction proposée par le Conseil fédéral. Ainsi, les assemblages combustibles usés ne pourront plus être exportés pour retraitement en France et en Grande-Bretagne pendant dix ans à compter du 1^{er} juillet 2006. L'Assemblée fédérale peut prolonger ce délai de dix ans.
- **Evacuation des déchets radioactifs.** S'appuyant sur le rapport du groupe EKRA, le Conseil fédéral propose l'adoption du concept de dépôt géologique en profondeur. L'entreposage définitif en profondeur s'effectuerait progressivement, après une longue phase de surveillance. La Confédération reste responsable du dépôt même après sa fermeture. Comme jusqu'ici, les exploitants sont tenus d'évacuer les déchets à leurs propres frais. Mais il leur incombe désormais de mettre sur pied un programme de gestion où apparaissent les activités de gestion prévues, l'horizon temporel, les objectifs d'étape et un plan financier. En outre, un tel programme nécessite l'approbation du Conseil fédéral ainsi que des révisions périodiques. La Confédération possède ainsi un instrument de pilotage important.

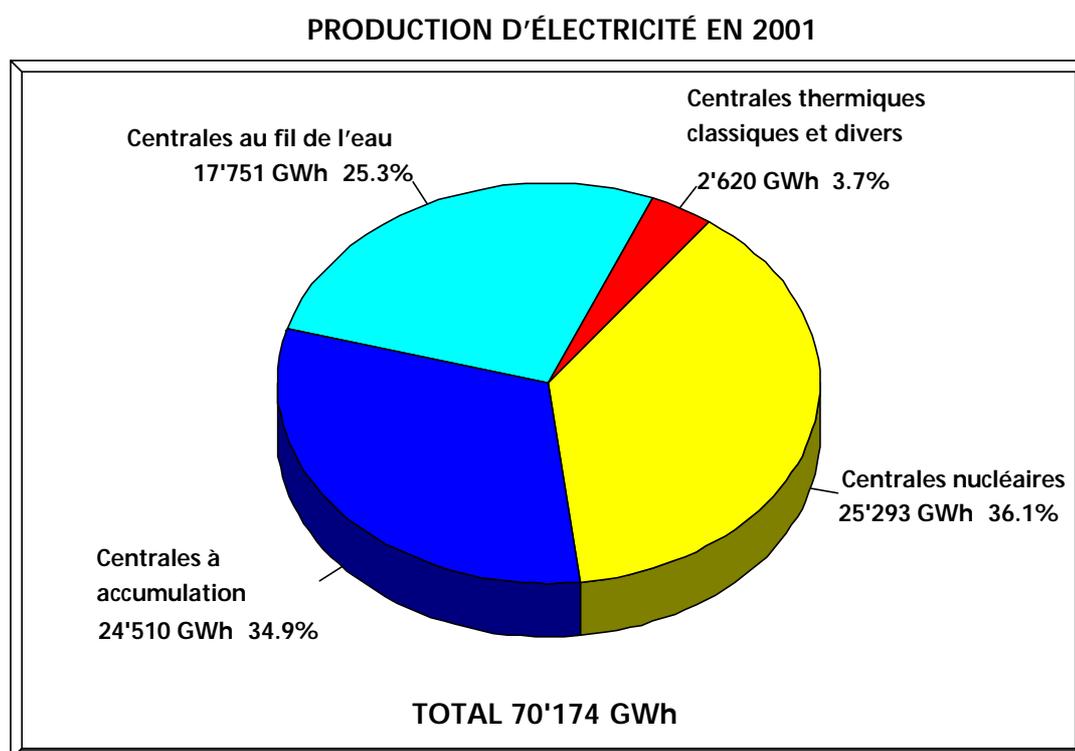
- **Garantie de financement de la désaffectation et de l'évacuation des déchets.** Obligation de fournir des versements complémentaires: deux fonds, indépendants des exploitants des centrales nucléaires, doivent comme précédemment garantir le financement des coûts de désaffectation et d'évacuation des déchets nucléaires. Ces fonds sont alimentés par les cotisations des exploitants des centrales. Jusqu'à l'échéance et après celle-ci, le fonds de désaffectation devra garantir, pour une durée d'exploitation de 40 ans, le financement de tous les coûts liés à la désaffectation (env. 1,5 milliard de francs). Le fonds d'évacuation couvrira environ les 2/3 des coûts d'évacuation des déchets nucléaires (près de 13 milliards de francs); le solde des coûts d'évacuation échoit pendant l'exploitation des installations; il est payé directement par les exploitants. Une obligation restreinte de versements complémentaires imposés aux sociétés exploitantes selon le principe de la responsabilité solidaire devrait également à l'avenir être introduite afin de garantir le financement des coûts d'évacuation des déchets en cas de déficit de financement, comme c'est aujourd'hui le cas pour les coûts de désaffectation.
- **Coordination des procédures d'autorisation.** Les différentes autorisations devraient être unifiées en une seule autorisation. Cela signifie aussi qu'il n'y aurait plus besoin d'autorisations cantonales et communales.
- **Recourir auprès d'une autorité judiciaire.** Les acteurs intéressés peuvent faire recours contre les décisions (d'autorisation) auprès d'une autorité judiciaire indépendante de l'administration (commission de recours du DETEC, Tribunal fédéral). Ainsi il n'appartient plus au Conseil fédéral de délivrer les autorisations de construction et d'exploitation de centrales. En outre, le canton d'accueil dispose d'un droit de recours s'agissant des installations nucléaires.
- Enfin, le Parlement a introduit dans la loi sur l'énergie une disposition sur le marquage distinctif du courant (type de production et provenance de l'électricité) et une autre concernant le report sur le réseau de transport des coûts de reprise du courant provenant producteurs indépendants.

La **loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire** devrait être considérablement remaniée dans la foulée de la LENU. La consultation y relative se déroulerait vraisemblablement fin 2003 ou début 2004.

Approvisionnement électrique

- Aperçu:
1. Production
 2. Commerce extérieur
 3. Consommation
 4. Prix

1. Production

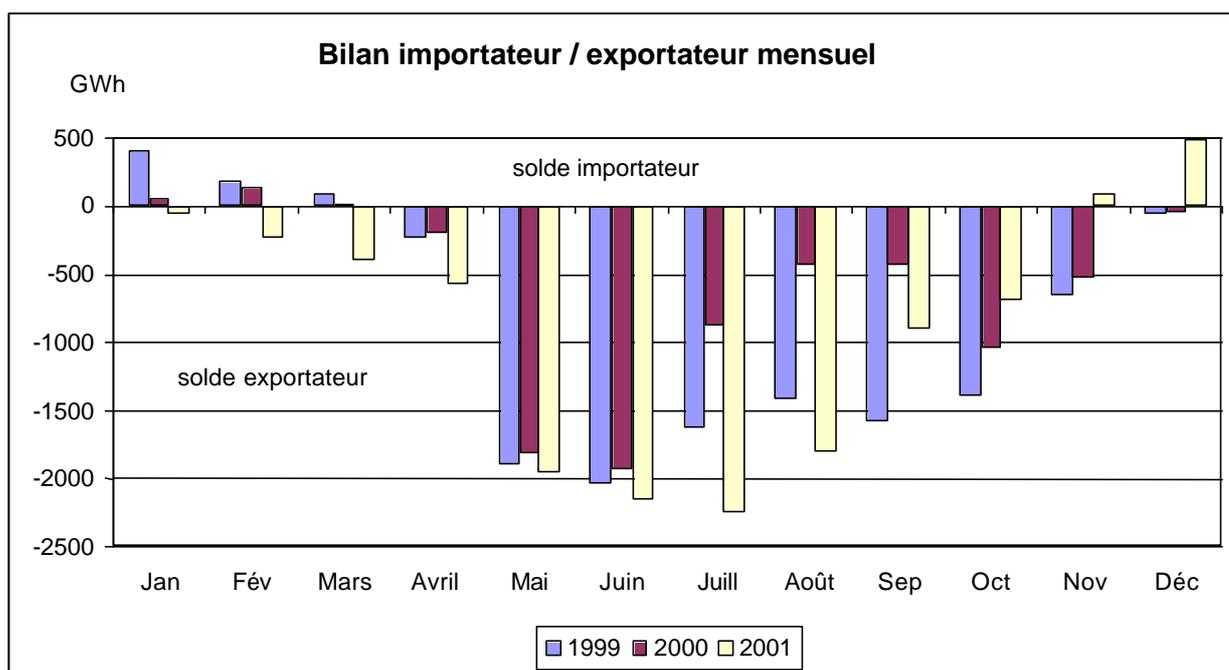


Graphique 1: Pourcentage de la production d'électricité en Suisse en 2001
(Source: Statistique suisse de l'électricité)

La production d'électricité de la Suisse repose essentiellement sur la force hydraulique et sur l'énergie nucléaire. Par ailleurs, une petite part du courant provient de centrales thermiques classiques et d'énergies renouvelables – éolienne et solaire. La part du marché revenant à la force hydraulique s'est élevée à 60,2 % en 2001, dont 25,3 % pour les centrales au fil de l'eau, généralement situées sur le Plateau, et 34,9 % pour les centrales à accumulation construites dans les montagnes. Quant aux centrales nucléaires, elles ont

contribué pour 36,1 % à la production totale d'électricité. Les 3,7 % restants se répartissent entre les centrales thermiques classiques, alimentées principalement par les énergies fossiles que sont le gaz naturel et le mazout, ainsi que par les énergies renouvelables – bois, déchets (50 % renouvelables) et biogaz. Ces dernières comptent pour 1,03 % de la production totale contre 0,02 % pour l'utilisation directe du soleil et du vent. Compte tenu de la force hydraulique, près de 61 % de la production suisse, laquelle s'élève à 70 174 GWh, émanent d'énergies renouvelables. A ce propos, SuisseEnergie vise à une meilleure exploitation des potentiels de production électrique à partir des énergies renouvelables. Les instruments à cet effet sont les contributions aux investissements de la Confédération et des cantons, les conditions de raccordement des producteurs indépendants selon la loi sur l'énergie (15 ct/kWh), les bourses solaires et les labels.

2. Commerce extérieur



Graphique 2: Bilan mensuel des échanges extérieurs d'électricité entre 1999 et 2001
(Source: Statistique suisse de l'électricité)

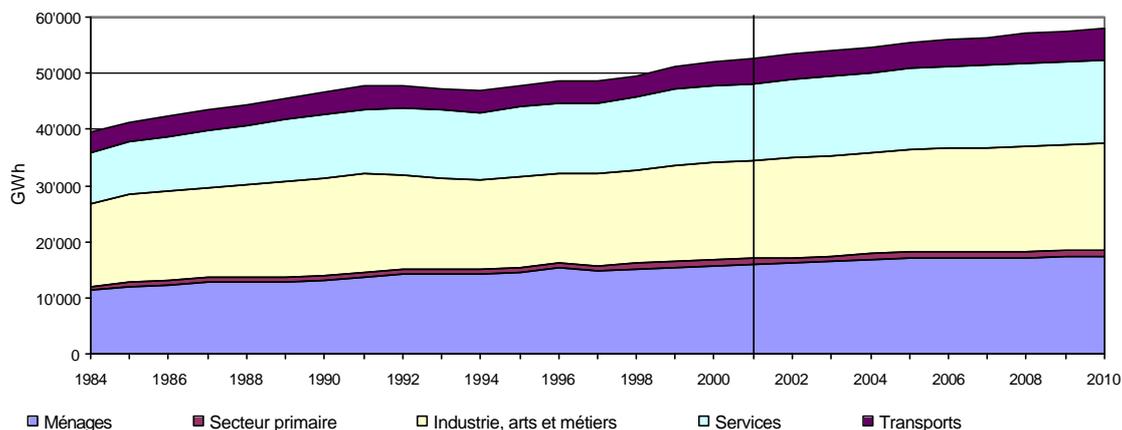
Le secteur suisse de l'électricité occupe une position-clé dans les échanges internationaux de courant, notamment entre la France, l'Allemagne et l'Italie. Les quantités élevées d'électricité importées ou exportées (année 2001: 57 963 GWh d'importations et 68 407 GWh d'exportations: 10'444 GWh d'excédent d'exportations) le montrent bien. Or un approvisionnement sûr ne dépend pas seulement de la disponibilité effective de

l'électricité, mais aussi du moment où elle l'est. Il faut pouvoir produire du courant quand les consommateurs en demandent. A cet effet, la Suisse a d'une part de réelles possibilités de régulation, grâce aux centrales à accumulation qui peuvent enclencher ou déclencher très rapidement leurs turbines. D'autre part, l'accumulation par pompage permet de transformer de l'énergie en ruiban, bon marché, en énergie de pointe plus chère. En outre, beaucoup d'électricité est acheminée directement de France en Italie. Ces avantages ainsi qu'une position géographique centrale expliquent la position forte des entreprises électriques suisses dans le contexte européen.

Etant donné que la consommation d'électricité augmente en hiver alors que le débit des cours d'eau permet de produire davantage de courant en été, les échanges extérieurs enregistrent d'importantes fluctuations saisonnières. Ainsi les semestres d'hiver se caractérisent par des importations d'électricité supérieures aux exportations, alors qu'en été la situation est exactement inverse (voir graphique ci-dessus).

3. Consommation

Consommation selon les catégories de clients



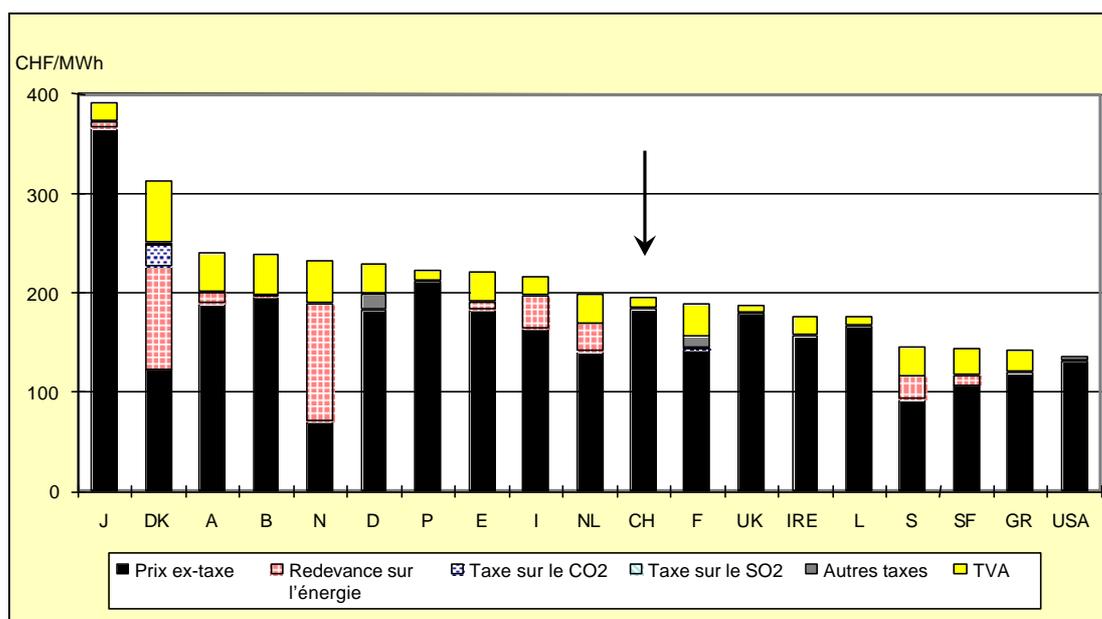
Graphique 3: Consommation finale d'électricité de 1980 à 2010 (Source: Statistique suisse de l'électricité et scénarios énergétiques de l'OFEN)

Sur les 53 749 GWh (année 2001) d'électricité vendue en Suisse, 34,1 % ont été consommés par l'industrie, 29,9 % par les ménages, 26,1 % par les services, 8 % par les transports et 2 % par l'agriculture. Après avoir augmenté de plus de 6 % par an de 1950 à 1960, la consommation d'électricité croissait encore de 2,8 % entre 1980 et 1990. Sa

hausse s'élève en moyenne à 1,2 % par an depuis 1990. Dans cette dernière période, la consommation de courant a légèrement diminué dans les transports et l'industrie, alors qu'elle augmentait dans les ménages et les services. D'après les dernières perspectives calculées par l'OFEN, la consommation devrait progresser de 0,5 % par an entre 2000 et 2010 – si la croissance économique se maintient à un niveau élevé – pour se stabiliser par la suite. Le programme SuisseEnergie vise à limiter à 5 % la hausse de la consommation de courant entre 2000 et 2010. La norme SIA 380 dans le secteur du bâtiment, l'étiquetteEnergie pour les appareils électriques et les lampes, les prescriptions sur la consommation des appareils électriques ainsi que d'autres mesures devraient y contribuer. En outre, l'Agence de l'énergie pour les appareils électriques (eae) et l'Agence suisse pour l'efficacité énergétique (S.A.F.E.) ont développé une stratégie visant à stabiliser la consommation électrique des appareils (soit près de 60 % de la consommation totale).

4. Prix

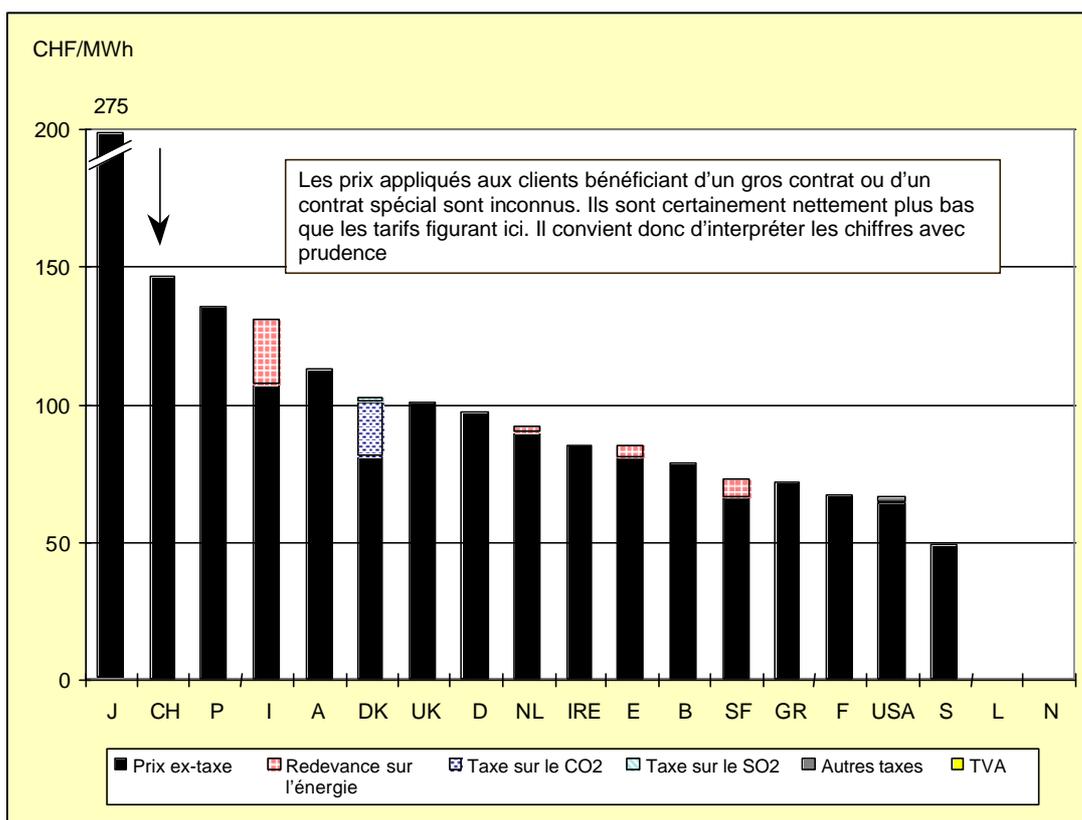
Si l'on établit une moyenne nationale, les ménages dépensent près de 20 centimes par kWh d'électricité et l'industrie environ 14,5 centimes. Si les prix payés par les ménages se situent dans la moyenne internationale, ceux payés par l'industrie, les petites et moyennes entreprises en particulier, sont en revanche plus élevés. Précisons toutefois qu'il s'agit, dans le cas de la Suisse, des tarifs publiés. Les prix des gros clients et de ceux bénéficiant de contrats ne sont pas connus mais devraient être nettement plus bas. En outre, les réductions de prix déjà négociées avant l'ouverture du marché ne sont pas prises en considération ici.



Graphique 4: Prix de l'électricité pour les ménages dans différents pays (fin années 90)

Les prix de l'électricité incluent les coûts de production, de transport et de distribution. En outre, les impôts, la redevance hydraulique, les taxes perçues par les communes et les cantons, les contributions versées aux installations d'infrastructure renchérissent l'électricité de 1 centime par kWh en moyenne. Sans oublier la TVA frappant tous les biens et services, qui se monte actuellement à 7,6 %. Cela représente 1,5 centime supplémentaire pour le tarif moyen des ménages.

Depuis 1995, les prix de l'électricité n'ont plus augmenté en termes nominaux, et ont même baissé en termes réels. Après déduction du renchérissement, il apparaît que les prix facturés aux ménages se sont stabilisés depuis 1980, après avoir considérablement baissé de 1960 à 1980. En revanche, les tarifs en vigueur pour l'industrie ont augmenté de façon continue depuis 1965 (hausse réelle: 40 %).



Graphique 5: Prix de l'électricité fournie à l'industrie (abonnés) dans différents pays à la fin des années 1990

Centrales nucléaires: construction et importance actuelle

- Aperçu:
1. Planification et construction de centrales nucléaires
 2. Les centrales nucléaires suisses

1. Planification et construction de centrales nucléaires

Dans la première moitié des années 60, les ressources hydroélectriques inexploitées se faisaient toujours plus rares. D'où la nécessité impérieuse de trouver des alternatives pour répondre à l'explosion de la consommation de courant. Le Conseil fédéral d'alors a mis son veto à la construction de centrales à charbon ou à mazout, au nom de l'indépendance vis-à-vis de l'étranger et de la protection de l'air. Dès 1964, il a donné son feu vert à la construction de centrales nucléaires pour pallier l'épuisement des réserves hydroélectriques inexploitées.

Les trois premières centrales nucléaires affichaient la classe de puissance courante au début de l'ère atomique. Il s'agit des installations jumelles **Beznau I et II** (exploitées depuis 1969 et 1972), bâties par les Forces motrices du Nord-Est (NOK), et de la centrale de **Mühleberg** (1972), propriété des Forces motrices bernoises (FMB). La puissance des réacteurs mis sur le marché s'est accrue au fil des années pour atteindre 900 à 1000 MW dans les années 70. **Gösgen et Leibstadt** correspondent à cette classe de puissance. Trop ambitieuses pour une seule entreprise électrique, elles ont été réalisées en partenariat. Leurs principaux actionnaires, dont la participation au capital varie, sont les compagnies suprarégionales (Atel, FMB, CKW, EGL, EOS, NOK).

La **puissance** des centrales nucléaires suisses a pu **être accrue** au fil du temps, sur la base des expériences réalisées dans l'exploitation et des rééquipements effectués pour améliorer la sécurité. Dès 1985, Gösgen a reçu l'autorisation d'accroître sa puissance. Depuis, Mühleberg (en 1992) et Leibstadt (en 1998) ont été autorisées à augmenter de 10 % leur puissance. A ce jour, seule Beznau a renoncé à accroître sa puissance thermique¹.

L'industrie électrique suisse prévoyait encore **d'autres centrales nucléaires**. Le Département des transports et de l'énergie (DFTE) avait en son temps délivré une autorisation de site pour trois projets prévus à Kaiseraugst, Graben et Verbois. En 1979, convaincue de la nécessité de bâtir deux nouvelles centrales dans les années 80, la branche électrique a sollicité des autorisations générales pour édifier des centrales à **Kaiseraugst et Graben**. Le Parlement a approuvé en 1985 une autorisation générale pour Kaiseraugst. Or la «preuve du besoin» exigée par la loi était particulièrement controversée, si bien qu'aucune des deux installations n'a vu le jour. En 1989 et en 1996,

¹ La puissance électrique nette a toutefois progressé de 350 MWe à 365 MWe.

les auteurs du projet ont reçu de la Confédération des indemnités à hauteur de 577 millions de francs pour l'abandon des centrales de Kaiseraugst et de Graben. L'industrie électrique n'en a pas moins acquis des **droits de tirage dans les centrales nucléaires françaises**. Ces droits avoisinent actuellement 2500 MW; dès 2017, ils diminueront pour s'éteindre en 2036. Les entreprises électriques suisses ont d'ailleurs préfinancé les investissements nécessaires dans les centrales nucléaires françaises.

Aujourd'hui, les centrales nucléaires suisses produisent avec les centrales au fil de l'eau de l'électricité disponible en tout temps (énergie en ruban). Il est vrai qu'il n'est pas possible de mettre au repos les centrales nucléaires lorsque la demande intérieure est faible. Mais de toute façon elles ne suffisent pas à couvrir les besoins en courant des consommateurs indigènes. D'où l'intervention des centrales à accumulation et des importations ou exportations pour instaurer un bilan d'équilibre.

2. Les centrales nucléaires suisses

installation	système de réacteur	système de refroidissement	début de l'activité commerciale	autorisation d'exploiter: expiration	puiss. nette (MWe) au 31.12.2002	courant produit en 2002 (mio kWh)
Beznau I	réacteur à eau pressurisée: Westinghouse	eau de rivière (Aar)	1969	non limitée	365	2'884
Beznau II	réacteur à eau pressurisée: Westinghouse	eau de rivière (Aar)	1972	2004	365	3'002
Mühleberg	réacteur à eau bouillante: General Electric	eau de rivière (Aar)	1972	2012	355	2'839
Gösgen	réacteur à eau pressurisée: KWU	tour de refroidiss.	1979	non limitée	970	7'795
Leibstadt	réacteur à eau bouillante: General Electric	tour de refroidiss.	1984	non limitée	1'165 (au 31.8.02 1'145)	9'173
total					3'220	25'693

Discussions politiques à propos de l'énergie atomique

- Aperçu:
1. Résistance à l'énergie nucléaire
 2. Initiatives populaires concernant l'énergie nucléaire

1. Résistance à l'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire n'a rencontré **aucune résistance à ses débuts** en Suisse. Au contraire, elle était **porteuse d'espoir**. Elle paraissait quasiment inépuisable, bon marché, et devait permettre de cesser toute production de courant d'origine fossile. A l'époque, même les organisations écologistes voyaient d'un bon œil l'entrée dans l'ère nucléaire. Elles en attendaient, sinon un arrêt complet de la construction des barrages hydroélectriques, du moins un sérieux coup de frein à ce processus.

Le courant de **résistance à l'énergie nucléaire** est apparu à la fin des années 60. Des voix isolées tout d'abord, puis des organisations locales ou régionales se sont progressivement insurgées contre la construction des centrales. Un mouvement antinucléaire de portée nationale, fédérant les divers groupes régionaux, ne s'est toutefois jamais constitué.

Le ton est monté au cours de la lutte contre le **projet de centrale de Kaiseraugst**. En 1975, le site a même été occupé, et la situation ne s'est normalisée qu'au moment où le Conseil fédéral s'est engagé à mener des entretiens au plus haut niveau. Le projet de Kaiseraugst a d'ailleurs été contesté jusqu'à son abandon définitif en 1988. Globalement, l'opposition à l'énergie nucléaire a épuisé les moyens légaux existants (objections en masse, recours) pour intervenir dans les procédures d'autorisation. En outre, diverses initiatives populaires ont été lancées en parallèle (voir plus loin). A la fin des années 70, la centrale de Gösgen et le projet de Graben ont été à l'origine d'importantes manifestations. La **résistance n'était pas toujours pacifique**. En 1979, le feu a été bouté à des bâtiments et à des voitures appartenant à des personnalités en vue de la branche électrique et des autorités de surveillance, et des attentats à l'explosif ont été commis contre des centrales à l'état de projet, en construction ou en activité.

Diverses raisons expliquent la résistance rencontrée par l'énergie nucléaire. Si la population résidant dans les alentours des installations projetées redoutait principalement la radioactivité, les tours de refroidissement ont également été critiquées. Dans la seconde moitié des années 70, les objections étaient de nature avant tout politique et sociale. La parution du rapport du Club de Rome (*Halte à la croissance*) ayant étayé le principe du «small is beautiful», on craignait que de nouvelles centrales ne poussent au gaspillage du courant. En outre, le problème de la gestion des déchets radioactifs restait entier. Par ailleurs, la résistance au nucléaire des riverains a nettement diminué depuis la mise en

service des centrales. En effet, les régions concernées ont généralement balayé les initiatives antinucléaires.

La résistance à l'énergie nucléaire explique en bonne partie l'**abandon des projets de Kaiseraugst et de Graben**, auxquels la catastrophe de Tchernobyl a donné le coup de grâce en 1986. La question des risques est dès lors devenue centrale, et il est devenu politiquement impossible de construire de nouvelles centrales, alors même qu'à Kaiseraugst le Conseil fédéral avait délivré une autorisation générale et que le Parlement avait avalisé le projet. La Confédération a indemnisé la centrale de Kaiseraugst (AG) à hauteur de 350 millions de francs, tandis que celle de Graben (AG) recevait 227 millions de francs, à la suite de motions déposées aux Chambres et d'un arrêt du Tribunal fédéral.

La loi sur l'énergie nucléaire a fourni matière à plusieurs **initiatives populaires**. Hormis celle de 1990 sur un moratoire, toutes ont échoué en votation, quoique de justesse la plupart du temps. Diverses initiatives déposées dans le domaine de l'énergie étaient censées favoriser la sortie du nucléaire, et même les initiatives antinucléaires signalaient des objectifs de politique énergétique. La liste ci-dessous donne un aperçu des initiatives déposées contre l'énergie nucléaire.

2. Initiatives populaires portant sur l'énergie nucléaire

Date de la votation populaire	Initiative populaire	Oui (%)	Cantons		Revendication
			Oui	Non	
18.5.2003	Sortir du nucléaire				Mise hors service des centrales de Beznau I, II et de Mühleberg au plus tard 2 ans après la votation populaire, de Gösgen et Leibstadt après max. 30 ans d'exploitation, fin de toute exportation de combustibles aux fins de retraitement et reprise des combustibles pas encore retraités, interdiction de la substitution du courant atomique par du courant tiré d'installations utilisant l'énergie fossile sans récupération de chaleur, stockage durable et sûr des déchets, prise en charge par les propriétaires des frais dus à la mise hors service anticipée

Date de la votation populaire	Initiative populaire	Oui (%)	Cantons		Revendication
			Oui	Non	
18.5.2003	Moratoire-plus				Arrêté fédéral soumis au référendum pour l'exploitation des centrales actuelles au-delà de 40 ans, prolongation pour des périodes ne dépassant pas 10 ans, moratoire de 10 ans pour toute nouvelle centrale, augmentation de la puissance ou réacteur de recherche, déclaration pour le type et la provenance du courant
23.9.1990	Pour un abandon progressif de l'énergie atomique (initiative sur l'abandon du nucléaire)	47,1	6 + 2 demi-cantons	14 + 4 demi-cantons	Aucune nouvelle centrale atomique ni installation de traitement du combustible, pas de renouvellement de l'équipement mais désaffectation aussi rapide que possible des installations; mesures étatiques visant à ce que l'énergie soit mieux utilisée, encouragement des installations de production de courant décentralisées, respectueuses de l'environnement
23.9.1990	Halte à la construction de centrales nucléaires (moratoire)	54,6	19 + 1 demi-canton	3 + 1 demi-canton	Gel pendant dix ans des autorisations de nouvelles centrales et de réacteurs servant à la production de chaleur
23.9.1984	Pour un avenir sans nouvelles centrales atomiques	45,8	5 + 2 demi-cantons	15 + 4 demi-cantons	Aucune nouvelle centrale atomique, ni remplacement des centrales actuelles, dispositions légales sur la mise hors service, interdiction des installations de traitement du combustible, référendum facultatif pour tout dépôt de déchets atomiques

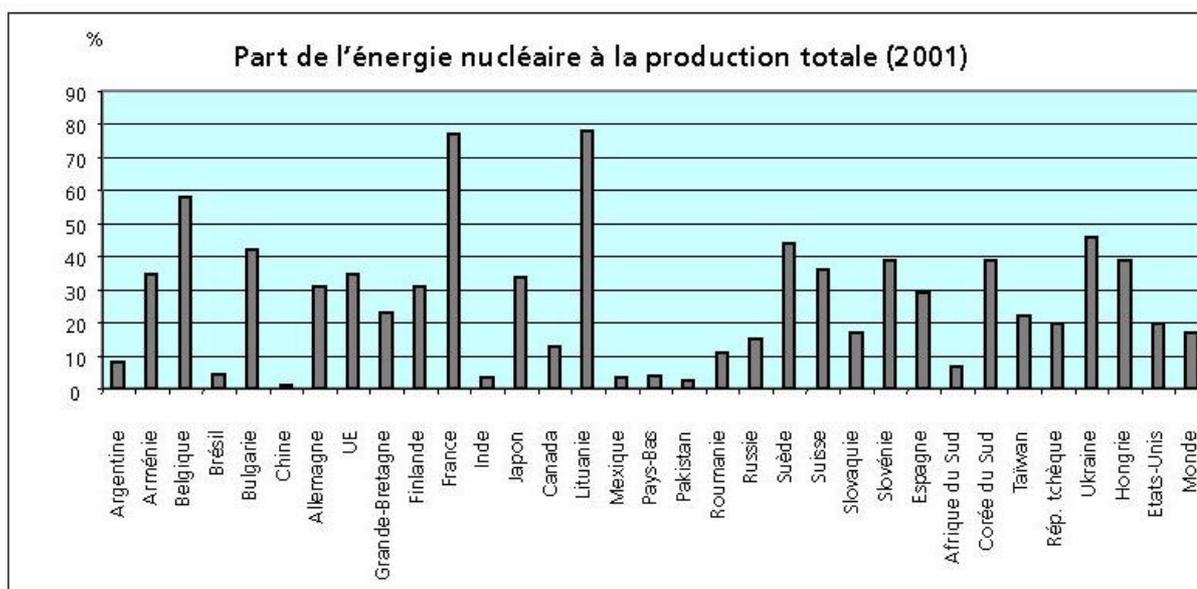
Date de la votation populaire	Initiative populaire	Oui (%)	Cantons		Revendication
			Oui	Non	
18.2.1979	Pour la sauvegarde des droits populaires et de la sécurité lors de la construction et de l'exploitation d'installations atomiques	48,8	8 + 2 demi-cantons	12 + 4 demi-cantons	Concession accordée par l'Assemblée fédérale, avec approbation au niveau régional électeurs de la commune d'accueil, communes voisines et cantons distants de moins de 30 kilomètres de l'installation

Energie nucléaire et politique énergétique à l'étranger

- Aperçu:
1. Monde en général
 2. Europe
 3. Ex-Union soviétique
 4. Amérique du Nord
 5. Asie

1. Monde en général

L'énergie nucléaire couvre 6,8 % des besoins mondiaux d'énergie primaire et 17,2 % de la demande mondiale de courant. Concrètement, 440 réacteurs sont en activité dans 31 Etats. En outre, 30 sont en construction dans 11 pays, principalement en Asie. D'après l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), la capacité nucléaire devrait connaître sur le plan mondial une croissance modérée jusqu'en 2015. En revanche, sa quote-part dans la production totale d'électricité devrait alors diminuer à 13 %. Dans le cadre du projet «Generation-IV International Forum», dix Etats – Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Canada, Corée du Sud, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Japon et Suisse étudient le développement de réacteurs et de cycles du combustible novateurs, dont l'emploi débiterait dès 2020.



Source: AIE

2. Europe

En Europe, la part de l'énergie d'origine nucléaire avoisine 30 %. Au chapitre de la sécurité de l'approvisionnement, le Livre vert de l'UE estime en se fondant sur les politiques énergétiques actuelles que cette production restera stable à 1000 TWh¹ jusqu'en 2010 au sein de l'Europe des 30². Jusqu'en 2020, elle devrait tomber à 900 TWh (part à la production totale: 17 %), puis à 500 TWh jusqu'en 2030 (part à la production totale: 13 %).

Le marché intérieur européen a un impact croissant sur la formulation des politiques énergétiques nationales. Ainsi, le gouvernement allemand laisse à l'économie le soin de décider du remplacement du courant nucléaire par une production indigène ou importée. La Belgique, candidate à la sortie du nucléaire, s'attend à devoir augmenter ses importations de courant produit en France, grande puissance nucléaire. L'UE signale que l'avenir du nucléaire est conditionnée par plusieurs facteurs:

- évacuation des déchets radioactifs
- rentabilité de la nouvelle génération de réacteurs
- protection du climat
- sécurité de l'approvisionnement.

Aux yeux de l'UE, l'énergie nucléaire se heurte à deux obstacles majeurs:

- manque de soutien politique
- libéralisation du marché de l'électricité – la longueur des cycles d'investissement pénalise l'énergie nucléaire par rapport aux centrales thermiques conventionnelles.

L'UE n'atteindra pas ses objectifs de Kyoto si des centrales thermiques conventionnelles devaient prendre le relais du nucléaire. Car si le gaz naturel est de loin la ressource énergétique privilégiée pour les futures centrales et représente une alternative répandue au nucléaire (voir graphique), il émet des gaz à effet de serre et renforce la dépendance vis-à-vis des pays exportateurs situés hors d'Europe. Or en ce qui concerne les centrales qui seront mises en service dans les 20 prochaines années, plus de 70 % seront alimentées au gaz naturel et moins de 20 % recourront aux énergies renouvelables.

¹ TWh: térawattheure. A titre de comparaison, la production annuelle d'électricité de la Suisse s'élève à 70 TWh.

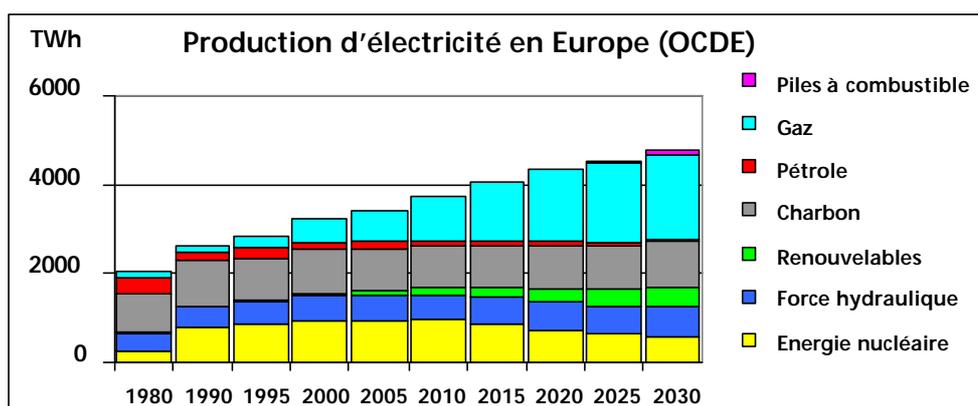
² L'Europe des 30 comprend l'UE actuelle, les 10 futurs Etats membres, la Suisse, la Norvège, la Bulgarie, la Roumanie et la Turquie.

Politique des Etats européens en matière d'énergie nucléaire		
Pays recourant à l'énergie nucléaire	Pays souhaitant continuer à utiliser le nucléaire ou laissant l'option nucléaire ouverte	Finlande, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Rép. tchèque, Roumanie, Russie, Slovaquie, Slovénie, Ukraine
	Pays laissant l'option nucléaire ouverte, malgré un moratoire ou la mise hors service prévisible de leurs centrales	Espagne, Pays-Bas
	Pays souhaitant sortir du nucléaire	Allemagne, Belgique, Suède
	Pays contraints à mettre hors service certaines de leurs centrales pour adhérer à l'UE	Bulgarie, Lituanie
Pays n'utilisant pas l'énergie nucléaire	Pays laissant l'option nucléaire ouverte	Pologne, Turquie
	Pays ayant renoncé au nucléaire pour des raisons politiques	Autriche, Danemark, Italie
	Pays ayant renoncé au nucléaire pour des raisons liées à la politique internationale	Croatie (en litige avec la Slovénie sur l'utilisation commune d'une centrale)
	Pays pour qui le nucléaire n'entre pas en ligne de compte, pour des raisons de politique énergétique essentiellement (petit pays, ressources abondantes, raisons historiques ou économiques)	Albanie, Biélorussie, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Estonie, Grèce, Irlande, Islande, Lettonie, Luxembourg, Malte, Macédoine, Moldavie, Norvège, Portugal, Serbie-Monténégro

Trois Etats ont l'intention de sortir du nucléaire:

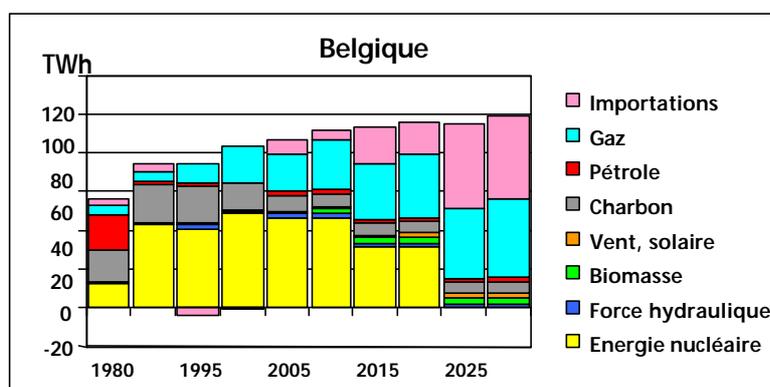
L'**Allemagne** a décidé de sortir du nucléaire, mais peut attendre 2010 pour remplacer les centrales fermées, grâce aux surcapacités existantes. Après avoir mis hors service une centrale, la **Suède** a dû reporter jusqu'à 2010 son désengagement du nucléaire, faute d'alternatives. La **Belgique** enfin s'est engagée à démanteler ses centrales nucléaires après 40 ans d'exploitation, soit entre 2015 et 2025.

D'autres Etats dotés de centrales continuent à miser sur le courant nucléaire. Ainsi, la **Finlande** et la **République tchèque** s'apprêtent à construire de nouvelles centrales, tout comme la **France** et la **Grande-Bretagne**. Les **Pays-Bas**, dont l'unique centrale sera retirée du réseau dans quelques années, et l'**Espagne**, où un moratoire est en vigueur, laissent l'option de l'énergie nucléaire ouverte. En revanche, l'**Autriche**, le **Danemark** et l'**Italie** ont opté, à l'issue de débats politiques, pour un avenir exempt de nucléaire. Par ailleurs, cinq des pays d'Europe de l'Est candidats à l'adhésion disposent de centrales: la **Hongrie**, la **Lituanie**, la **République tchèque**, la **Slovaquie** et la **Slovénie**. En outre, la **Bulgarie** et la **Roumanie** produisent du courant nucléaire. Les centrales de fabrication soviétique ne se prêtant pas à un rééquipement (Bulgarie et Lituanie) devront être désaffectées pour qu'une adhésion à l'UE entre en ligne de compte. Et tandis que la **Roumanie** prévoit de construire un second réacteur, la Turquie laisse l'option d'une première centrale nucléaire ouverte.

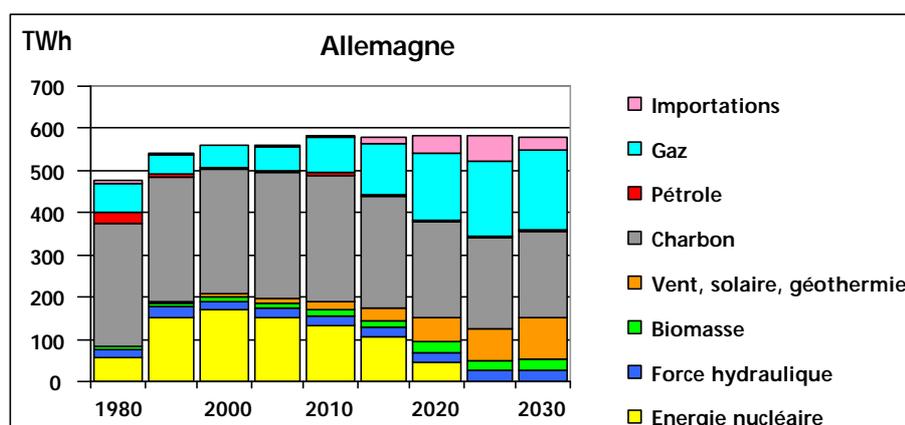


2.1 Pays européens recourant au nucléaire

La Belgique s'engage à sortir du nucléaire jusqu'en 2025. Le gouvernement prépare depuis 1999 l'abandon du nucléaire. En janvier 2003, le parlement a voté le démantèlement après 40 ans d'exploitation – soit entre 2015 et 2025 – des 7 réacteurs qui avoisinent aujourd'hui 60 % de la production nationale d'électricité. Si la sécurité d'approvisionnement devait être menacée, la loi sur la sortie du nucléaire permet toutefois de prendre les mesures qui s'imposent. Le gouvernement compte sur l'ouverture du marché européen de l'énergie pour assurer à l'avenir l'approvisionnement du pays, au vu des maigres possibilités de diversification.

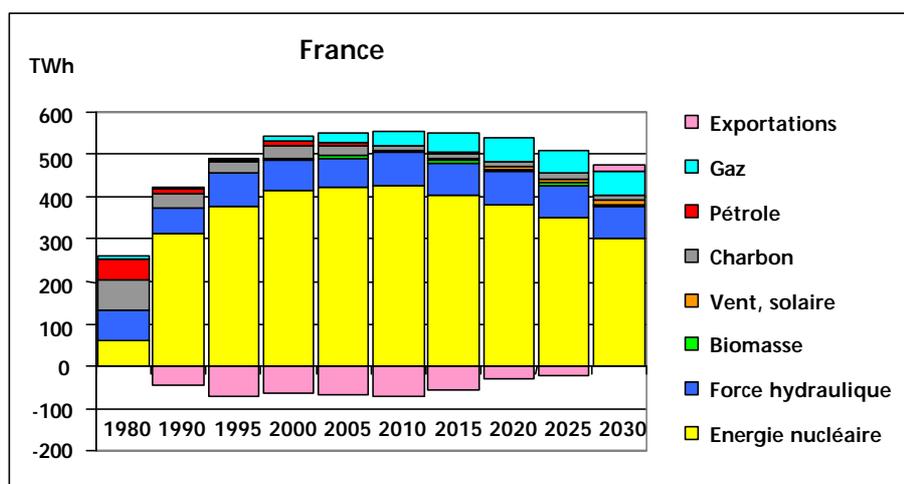


Allemagne – Sortie jusqu'en 2025 grâce au gaz naturel, aux énergies renouvelables, voire au charbon: En 1999, le gouvernement a résolu de sortir du nucléaire. La mise hors service des 19 centrales devrait avoir lieu après 32 ans d'activité en moyenne. A l'heure actuelle, 30 % de la production électrique allemande est d'origine nucléaire. En 2001, un pic de 171 TWh a même été atteint. D'ici 2005, 8 TWh seront démantelés, puis 19 TWh de 2006 à 2010, et 87 TWh de 2011 à 2020. Il est prévu de renoncer aux 46 TWh restants jusqu'en 2025. Le rapport 2001 sur l'énergie préconise de remplacer le nucléaire par du gaz naturel, des énergies renouvelables et – selon l'un des scénarios – du charbon. Mais au vu de la surcapacité actuelle, en Allemagne comme sur le marché européen, et comme les nouvelles installations sont essentiellement de type couplage chaleur-force ou éolien, aucune décision urgente ne s'impose jusqu'en 2010. Le moment venu, les entreprises de la branche et non le gouvernement décideront de privilégier les importations du marché européen ou d'investir à long terme en Allemagne pour combler les capacités nucléaires retirées du marché.



La Finlande a décidé de construire une nouvelle centrale. En mai 2002, le gouvernement et le parlement ont décidé la construction d'un cinquième réacteur et d'un dépôt final pour les déchets. Il s'agit de la première nouvelle construction en Europe depuis dix ans. 32 % de la production finlandaise de courant est d'origine nucléaire.

France – Grande puissance nucléaire: A la suite du choc pétrolier des années 70, la France a massivement étendu sa capacité nucléaire. Le tout dernier réacteur est entré en service en 1999. Aujourd'hui, 59 réacteurs fournissent près de 80 % de la production française d'électricité et permettent d'exporter chaque année 70 TWh – soit l'équivalent de la production totale d'électricité de la Suisse. Les surcapacités actuelles font qu'aucune nouvelle construction n'est à l'ordre du jour. Toutefois, la politique énergétique française continue à miser sur le nucléaire, en particulier sur le nouveau type de réacteur EPR (réacteur européen à eau pressurisée), dont elle envisage de construire un prototype. Il est vrai qu'à partir de 2008, la production de courant nucléaire diminuera régulièrement, en raison de la mise hors service des plus anciens réacteurs. Or même après 2020, la part du nucléaire restera supérieure à 50 % dans le courant produit en France.



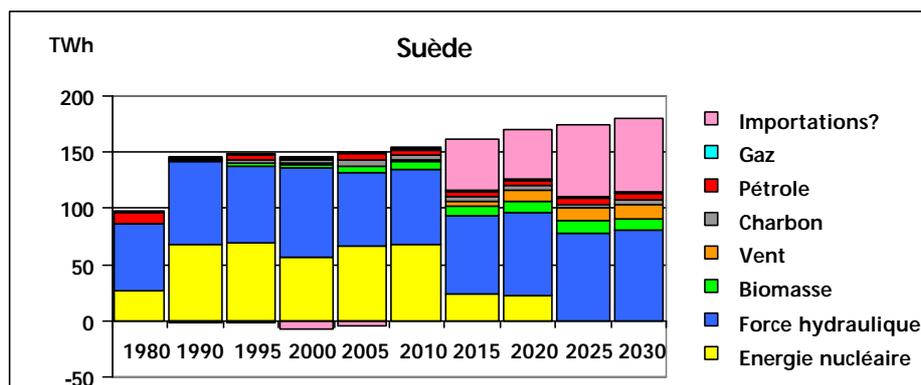
Grande-Bretagne – Maintien de l'option nucléaire: 33 réacteurs assurent 23 % de la production nationale d'électricité. Alors même que le courant nucléaire britannique est produit aujourd'hui à perte, en raison de l'effondrement du prix du courant dans un marché libéralisé, le gouvernement laisse l'option nucléaire ouverte. La part du courant nucléaire tombera à 18 % d'ici 2010, avec la mise hors service des plus anciennes centrales, et même à 7 % en 2020. Les décisions concernant la construction des futures centrales seront dictées par des considérations économiques. Le gaz naturel indigène – et par la suite importé – se taillera la part du lion. Par ailleurs, la quote-part des énergies renouvelables devrait atteindre 10 % d'ici 2010. Des programmes spéciaux d'encouragement et un potentiel éolien bon marché y contribueront.

Pays-Bas – Priorité au gaz naturel, mais maintien de l'option nucléaire: Le courant nucléaire représente moins de 5 % de la production néerlandaise d'électricité, laquelle

repose pour près de 60 % sur le gaz naturel. La désaffectation de l'unique centrale a été retardée de 1997 à 2004, et l'exploitant exige par la voie juridique une prolongation de la durée d'exploitation jusqu'en 2007. L'actuel gouvernement de centre-droite (état: janvier 2003) n'exige plus une mise hors service anticipée des centrales et laisse l'option nucléaire ouverte. Cette option ne sera toutefois réalisée que si de solides arguments politiques et économiques plaident en sa faveur. D'ici là, les Pays-Bas auront cessé de produire du courant nucléaire lors de la mise hors service de leur unique centrale. Grâce à d'importants gisements de gaz naturel, le pays n'est pas dépendant de l'énergie nucléaire.

Espagne – Moratoire, mais maintien de l'option nucléaire: Le courant produit par quelque 9 réacteurs couvre 30 % des besoins d'électricité de l'Espagne. En 1984, la construction de 5 réacteurs avait été bloquée. En 1997, il a été décidé de ne pas les achever, mais d'augmenter la puissance des centrales existantes et de laisser l'énergie nucléaire ouverte comme option. Entre-temps, l'explosion de la demande de courant a absorbé ces capacités. Le programme énergétique en vigueur jusqu'en 2010 mise sur la production de courant à partir de gaz et, dans une moindre mesure, sur les énergies renouvelables (vent essentiellement), sans oublier l'importation de courant français. 2 centrales seront retirées du réseau après 2010, et les autres après 2020.

Suède – Ajournement de la sortie du nucléaire: La Suède tire 45 % de ses besoins d'électricité de 11 réacteurs. En 1980, l'abandon du nucléaire avait été décidé à l'occasion d'un référendum non contraignant. Aucun nouveau réacteur n'a été mis en activité depuis 1985. En 1997, le Parlement votait l'abandon du nucléaire et chargeait le gouvernement d'élaborer le calendrier correspondant. Un premier réacteur – Barsebäck-1 – a été mis hors service fin 1999, au terme d'une bataille juridique. L'exploitant a reçu l'équivalent de 1,1 milliard de francs suisses d'indemnité. Il a fallu toutefois ajourner la mise hors service de Barsebäck-2, faute de capacités de remplacement. Quant à l'objectif initial de sortie du nucléaire en 2010, il a été abandonné, faute d'un concept de rechange adéquat. A ce propos, le climat d'incertitude dissuade les exploitants de rééquiper leurs installations en vue d'une exploitation prolongée et les plus anciennes centrales seront de toute façon mises hors service vers 2010. Par ailleurs, le potentiel pour la force hydraulique (près de 50 % du courant suédois) est pratiquement épuisé. Fortement tributaire de la pluviosité, cette dernière ne suffit pas à couvrir la forte consommation hivernale de courant. Quant au gaz naturel, la retenue dont font preuve les autorités suédoises est surprenante. Et ce n'est pas l'exploitation systématique du potentiel éolien, ni la promotion active des biocombustibles – aujourd'hui 2 % de la production électrique – qui prendront le relais des centrales en activité.



République tchèque – le courant nucléaire remplace le charbon: La République tchèque voit dans la nouvelle centrale de Temelín une alternative avantageuse à la production certes bon marché, mais écologiquement problématique de charbon. Grâce à Temelín, la part de l'énergie nucléaire pourrait doubler d'ici 2005, passant de 20 % à 40 %, tandis que celle de charbon reculerait de 73 % à 50 %. Temelín augmentera également à 15 % la capacité d'exportation du pays. Il est vrai que les réticences de l'Allemagne et de l'Autriche à propos du courant nucléaire sont une entrave aux exportations tchèques. Les deux réacteurs de Temelín sont de conception soviétique, mais ont été rééquipés à l'aide de technologies occidentales dès le début de leur construction en 1993. Quatre autres réacteurs de construction soviétique ont été améliorés depuis 1995 selon les standards occidentaux.

2.2 Etats européens ayant renoncé au nucléaire

Italie – Production de courant fossile et importations depuis l'abandon du nucléaire dans les années 80: En 1987, l'Italie s'est prononcée lors d'un référendum pour la sortie du nucléaire. Cette décision a été d'autant plus facile à prendre que le courant nucléaire ne couvrait qu'une faible partie des besoins de courant du pays. L'Italie s'est rabattue sur les agents fossiles (huile lourde, gaz naturel et charbon), qui représentent aujourd'hui 80 % de la production italienne de courant. Au début des années 90, les importations de courant ont augmenté en flèche, pour couvrir actuellement 15 % des besoins. Près de la moitié des importations de courant proviennent de Suisse, et quelque 40 % sont couverts par du courant nucléaire français.

Autriche: En 1978, à l'occasion d'une votation populaire, 50,74 % des électeurs se sont opposés à la mise en service d'une première centrale projetée à Zwentendorf et ont mis leur veto à toute utilisation future de l'énergie nucléaire. Aujourd'hui, 70 % du courant produit est d'origine hydraulique, la part du charbon et du gaz naturel s'élevant à 25 %.

Danemark: En 1985, le parlement a décidé de renoncer au courant nucléaire. Depuis le début des années 90, où 97 % de l'électricité provenaient de combustibles fossiles (principalement du charbon), l'énergie éolienne a été promue avec succès. Aujourd'hui, le vent représente presque 12 % de la production de courant. L'objectif à long terme du gouvernement socio-démocrate destitué en automne 2001 était de parvenir à 45 % d'énergie éolienne jusqu'en 2030. Le changement de gouvernement remet toutefois en question cet ambitieux objectif.

3. Ex-Union soviétique

La **Russie** tire 15 % de son courant de quelque 30 réacteurs. En 2001, un nouveau réacteur a été raccordé au réseau, ce qui n'était plus arrivé depuis le début des années 90. Le programme nucléaire – 5 réacteurs en construction, 6 à l'état de projet, progresse malgré les obstacles financiers afin de couvrir la demande croissante de courant, de

maximiser les exportations lucratives de gaz naturel et de remplacer des centrales thermiques conventionnelles rapidement désuètes. L'objectif à long terme est de porter à 25 % la part du courant nucléaire. L'**Ukraine** tire 45 % de son courant de 13 réacteurs. Le dernier réacteur de Tchernobyl a été mis hors service fin 2000, sous l'effet des pressions internationales. En contrepartie, le pays a reçu un appui financier pour achever la construction de deux réacteurs de remplacement.

4. Amérique du Nord

Les **Etats-Unis** couvrent 20 % de leurs besoins de courant grâce à 104 centrales nucléaires. Le gouvernement et les entreprises électriques laissent l'option nucléaire ouverte. Mais selon les prévisions officielles à long terme, aucune nouvelle centrale ne devrait voir le jour jusqu'en 2025, étant donné que le courant nucléaire n'est guère compétitif par rapport au courant fossile (gaz naturel, charbon). La capacité nucléaire se stabilisera au niveau actuel à la suite d'améliorations des équipements effectuées en cours d'exploitation, mais la part du courant nucléaire tombera à 10 %. Au **Canada**, quelque 22 réacteurs assurent 15 % de la production électrique. Le programme nucléaire actuel du gouvernement se concentre sur des modifications des centrales en exploitation.

5. Asie

En raison de la rareté des ressources énergétiques locales et/ou d'une demande énergétique en forte progression, plusieurs pays poursuivent d'ambitieux programmes nucléaires. Pour atteindre ses objectifs de Kyoto, le **Japon** est déterminé à accroître sa capacité nucléaire de 30 % d'ici 2010, en construisant 9 à 12 nouveaux réacteurs. Aujourd'hui, 54 réacteurs couvrent 34 % des besoins nationaux et trois réacteurs supplémentaires sont en construction. Quant à la **Corée du Sud**, elle tire 40 % de son courant de 17 réacteurs; 3 sont en cours de construction et 8 devraient avoir vu le jour en 2015. En **Chine**, où la demande de courant croît de 8 % par an, 5 réacteurs fournissent 1,2 % de la production électrique, 6 réacteurs sont en construction et 8 autres sont en projet. D'ici 2020, la production de courant nucléaire devrait décupler et la part du courant nucléaire se hisser à 5 %. En **Inde** enfin, 14 réacteurs fournissent 3 % de la production d'électricité, 6 réacteurs sont en construction et 7 autres à l'état de projet. La quantité de courant nucléaire produit devrait être deux fois et demi supérieure en 2020, tout comme celle d'électricité.

Les organisations internationales dans le domaine nucléaire

- Aperçu:
1. OCDE/AEN
 2. ONU/AIEA

1. OCDE/AEN

Au sein de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) a pour mission d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques de l'énergie nucléaire, indispensables à son utilisation sûre, économique, pacifique et respectueuse de l'environnement.

Cette mission elle l'accomplit:

- dans un cadre international,
- en étant un pôle d'excellence dans lequel les pays peuvent mettre en commun leurs compétences techniques,
- par l'analyse des politiques ainsi que par la recherche de consensus à partir des travaux techniques.

L'AEN compte 28 pays Membres d'Europe, d'Amérique du Nord et de la région Asie-Pacifique. Ces pays représentent ensemble près de 85% de la puissance nucléaire installée dans le monde. L'énergie nucléaire assure près d'un quart de la production d'électricité des pays Membres de l'AEN. L'AEN travaille en collaboration étroite avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ainsi qu'avec la Commission européenne.

Les principaux domaines d'activité de la NEA sont : la sûreté et la réglementation nucléaire, la radioprotection et la santé publique, la gestion des déchets, les sciences nucléaires et la banque de données scientifiques, le développement de l'énergie nucléaire, le droit et la responsabilité nucléaire.

L'AEN regroupe, dans une petite structure aux intérêts techniques bien circonscrits, les meilleures compétences dans son domaine et permet à chaque pays Membre d'avoir accès à l'expérience des autres. Relativement libre de contraintes politiques et administratives, elle peut se consacrer aux besoins particuliers de ses membres, à favoriser des échanges d'expériences sans entrave et une approche commune des problèmes, dans un climat de confiance mutuelle.

L'AEN publie des « opinions collectives » sur des points essentiels, offrant ainsi aux pays Membres des références fiables.

La Suisse est membre de l'OCDE depuis sa fondation en 1960 et membre de l'AEN depuis 1957, à l'époque Agence européenne de l'énergie nucléaire. L'AEN est, pour les spécialistes suisses de l'énergie nucléaire, le forum scientifique et technique international le plus important pour échanger et confronter leurs connaissances et expériences dans leurs domaines de compétences.

2. ONU/AIEA

Créé en 1957 en tant qu'organisation indépendante au sein du système des Nations Unies, l'Agence internationale pour l'énergie atomique concrétise la proposition que les États-Unis avaient faite lors de la Conférence « Atom for Peace ». Le but de l'Agence est de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier, et de s'assurer que l'aide fournie par elle-même ou sous son contrôle n'est pas utilisée de manière à servir à des fins militaires.

L'AIEA a trois missions principales:

1. La coopération et l'assistance technique

L'Agence met les sciences et les techniques nucléaires à la disposition des pays Membres pour, entre autres, le développement des utilisations médicales, agricoles, industrielles, de la gestion de l'eau. Nombre de ces utilisations contribuent directement ou indirectement à la réalisation des objectifs de développement durable et de protection de l'environnement énoncés dans le programme Action 21 adopté par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. L'agence coopère en outre avec l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) dans les domaines de la sélection des plantes, la phytogénétique, la lutte contre les insectes et les ravageurs, la fertilité des sols, l'irrigation et la production végétale, l'élevage et la conservation des aliments.

2. La sûreté nucléaire

Les activités de l'Agence en matière de sûreté nucléaire visent à établir des accords multilatéraux juridiquement contraignants qui constituent des mécanismes de plus en plus importants pour le renforcement de la sûreté des installations, de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets radioactifs dans le monde. L'agence élabore aussi des codes de bonnes pratiques et des guides de sûreté sur le choix des sites, la conception, l'exploitation et la qualité des centrales nucléaires. Elle effectue des examens de sûreté d'exploitation des centrales nucléaires à l'aide d'équipes d'experts internationaux.

3. Non-prolifération nucléaire

Dans le cadre des efforts déployés dans le monde pour empêcher la prolifération des armes nucléaires, l'AIEA vérifie que les matières nucléaires ne sont pas détournées de leurs utilisations pacifiques pour servir à des fins militaires. Pour ce faire elle a mis sur pied un système de contrôle, appelé « système de garanties ». Ses inspecteurs surveillent toutes les matières nucléaires déclarées grâce à des inspections sur place, à la télé-surveillance et à la vérification des relevés. A ce jour 182 pays ont accepté de renoncer à se doter de l'armement nucléaire, 5 ont décidé de supprimer à terme leur armement nucléaire, et 3 (Inde, Pakistan, Israël) ne se sont pas engagés à le faire.

La Suisse est membre de l'AIEA depuis sa fondation. Sur les six hommes qui ont dirigé le « département des garanties » de l'Agence, trois ont été des citoyens suisses. La confiance dans l'impartialité et la qualité du travail de l'Agence dans le domaine des garanties est un élément clé de la crédibilité de la politique mondiale de désarmement et de paix.

La recherche publique dans le domaine de l'énergie nucléaire

- Aperçu:
1. La recherche sur la fission
 2. La recherche sur la fusion

L'«énergie nucléaire» peut être produite de deux manières: à partir de la fission de noyaux d'atomes lourds (technique employée de nos jours) ou par la fusion de noyaux d'atomes (peut-être la technique des réacteurs de demain).

1. La recherche sur la fission

La recherche sur la fission dans le but de produire de l'électricité a débuté dans les années 50. Les dépenses publiques affectées à ce domaine ont connu une progression constante jusqu'en 1985, année à partir de laquelle les pouvoirs publics se sont peu à peu désengagés au fur et à mesure que l'économie privée augmentait sa participation financière (voir graphique «Recherche sur la fission»). Parmi les divers projets mis en route, la tentative de développer à partir de 1962 une centrale à Lucens fut particulièrement onéreuse. Elle se solda par l'arrêt du projet en 1967 à la suite d'un accident survenu au réacteur, puis par la désaffectation pure et simple de l'installation. Aujourd'hui, le budget annuel alloué par les collectivités publiques à la recherche sur la fission s'élève à 27 millions de francs et tend à reculer. La participation annuelle de l'économie privée s'élève pour sa part à 40 millions de francs. Les travaux de recherche sont presque exclusivement menés par l'Institut Paul Scherrer (IPS) et sont étroitement liés à des programmes internationaux. Ce sont:

- La recherche en tant que cadre de référence pour les autorités dans l'évaluation de la **sécurité des installations nucléaires**. Appelée communément recherche réglementaire en matière de sécurité nucléaire, elle peut se limiter à l'étude de problèmes concrets de technique de sécurité affectant les centrales en service, mais elle peut aussi analyser de manière anticipatoire des problèmes et des phénomènes d'ordre général touchant la sécurité nucléaire. Activité d'utilité publique, elle a pour but d'adapter les bases de l'exercice de la surveillance en matière de sécurité à l'état de la science et de la technique. Elle est partie intégrante de l'activité de surveillance.

Qui dit vieillissement des centrales nucléaires, dit vieillissement des matériaux. Ce phénomène prend de plus en plus d'importance du point de vue de la sécurité, même si des efforts de modernisation sont en cours afin que les centrales nucléaires correspondent à l'état actuel de la science et de la technique. Dans ce domaine, l'heure est aux systèmes de contrôle numériques. Derrière cette question se dessine en

filigrane celle de l'interaction entre l'homme et la machine, laquelle pose de nouveaux problèmes. De manière générale, l'attention s'est davantage portée ces dernières années sur la place du facteur humain dans les structures de sécurité de systèmes techniques complexes. Sur le plan international, la tendance est à la régulation basée sur l'information du risque encouru.

- La **gestion des déchets radioactifs** résultant de l'utilisation de l'énergie nucléaire, de la médecine, de la recherche et de l'industrie. La planification, la construction et, enfin, l'exploitation de dépôts finals pour déchets radioactifs comportent de nombreuses activités qui doivent prendre en considération aussi bien les données spécifiquement suisses (géologie, lignes directrices en matière de gestion, prescriptions) que l'état des connaissances techniques et scientifiques internationales. En Suisse, le principal promoteur de ces activités est la Société coopérative nationale pour l'entreposage de déchets radioactifs (Nagra). Depuis une vingtaine d'années, une étroite collaboration s'est instaurée entre elle et l'IPS, ce dernier se consacrant surtout à l'étude des fondements scientifiques du transport des nucléides et de l'analyse des risques.

Ces prochaines années, deux faisceaux de questions absorberont les investissements publics dans la recherche: les déchets hautement radioactifs, les assemblages combustibles usés et les déchets moyennement radioactifs de longue durée, d'une part; les déchets faiblement et moyennement radioactifs à courte durée de vie, d'autre part. Pour les premiers, les autorités fédérales sont actuellement chargées de vérifier le justificatif de l'évacuation remis par la Nagra consécutivement aux études faites dans l'argile à opalines du Weinland zurichois et de fixer sur cette base les prochaines étapes du projet. S'agissant des seconds types de déchets, il conviendra d'accorder davantage de subventions aux analyses réalisées par le biais de galeries de sondage et à leur traitement, ainsi qu'aux systèmes à base de ciment.

- La **recherche prospective** qui a pour but de fixer les caractéristiques fondamentales de réacteurs avancés et de leurs cycles de combustibles permettant de réduire les risques posés par l'énergie nucléaire. L'un des objectifs est de parvenir à des réacteurs conçus de telle manière qu'un accident majeur n'entraîne aucune conséquence pour les zones s'étendant au-delà du périmètre de l'installation. La priorité est ici à l'amélioration des réacteurs à eau légère (LWR) dotés de systèmes de sécurité passifs et d'enceintes de confinement performantes. Il convient en outre de développer des combustibles et des cycles de combustibles ménageant les ressources naturelles et dont les déchets, moins radioactifs, permettraient d'assouplir les exigences techniques liées à la construction d'un dépôt final.

2. La recherche sur la fusion

On attend de la **recherche sur la fusion nucléaire** qu'elle permette demain d'exploiter une importante source d'énergie. Les travaux dans ce domaine ont débuté dans les années 60. La crise pétrolière des années 70 a conduit à une importante augmentation des investissements publics dans la fusion. Ils s'élèvent aujourd'hui à environ 24 millions de francs par année (voir graphique «Recherche sur la fusion»). Les travaux dans ce domaine sont pratiquement exclusivement menés sous l'égide de l'EPFL. Ils sont entièrement intégrés au sein de programmes internationaux (EURATOM en particulier).

Les recherches ont atteint un stade qui permet la construction d'un grand réacteur expérimental, appelé ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), pour démontrer la faisabilité scientifique et technique ainsi que la sécurité de la fusion. Bien que l'irradiation des structures du réacteur résultant des réactions de fusion puisse donner naissance à des composés radioactifs, un choix adéquat des matériaux permet de limiter la durée de la radiation radioactive à quelques dizaines d'années, réduisant ainsi le problème du stockage à long terme des déchets. Incontestablement, la fusion est une source d'énergie dont l'utilité potentielle est immense, mais dont la réalisation à l'échelle industrielle dépend de facteurs économiques et sociaux difficiles à évaluer aujourd'hui.

Les principales questions techniques qui se posent dans ce domaine s'articulent autour des problèmes suivants:

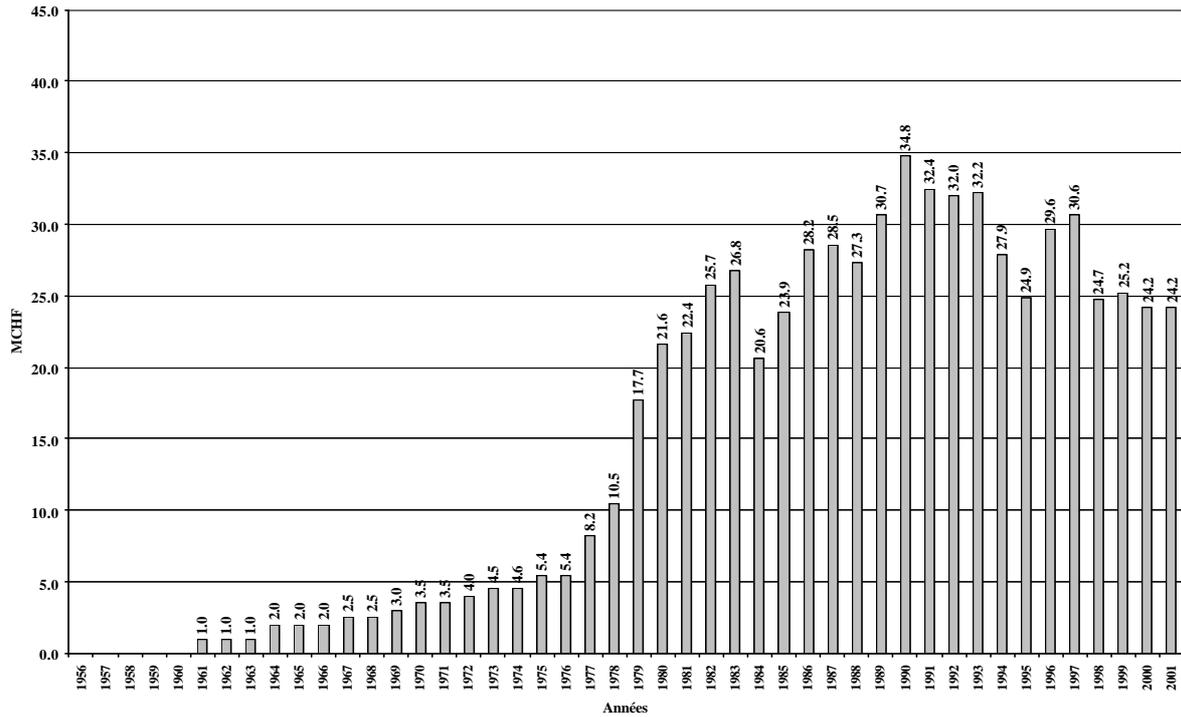
- réalisation d'un plasma capable d'entretenir des réactions de fusion en régime continu
- optimisation du système d'extraction de chaleur et des particules
- optimisation du chauffage du plasma jusqu'aux températures nécessaires à la fusion
- développement de matériaux ne possédant qu'une faible activation.

Les travaux exécutés dans la recherche en fusion offrent de nombreuses retombées (*spin-off*). Ainsi, les résultats de recherche sur les matériaux sont applicables à d'autres secteurs énergétiques importants, notamment l'énergie solaire, les échangeurs de chaleur, les câbles supraconducteurs à haute température, etc. De même, les connaissances acquises en physique des plasmas profitent à de nombreux secteurs industriels suisses de pointe dans le domaine des procédés utilisant le plasma. En outre, ces activités garantissent des postes de formation de très haut niveau et contribuent ainsi à la formation de la relève scientifique du pays.

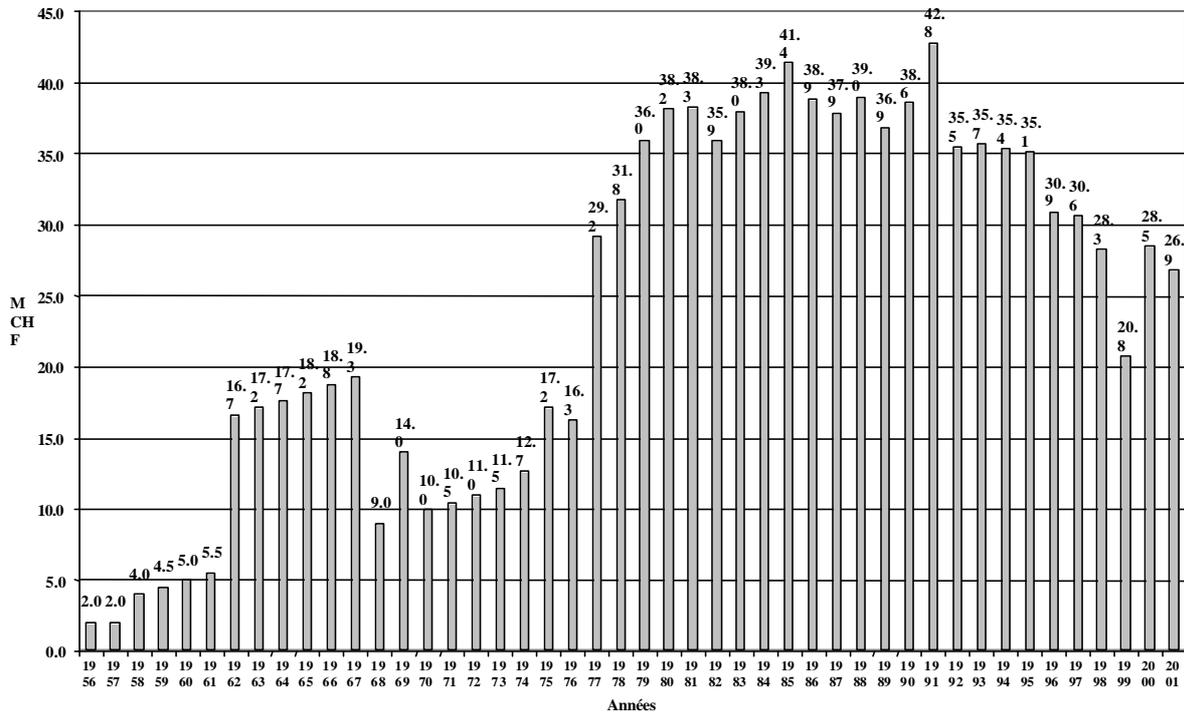
La recherche nucléaire suisse est innovante et se situe à un très haut niveau. Elle offre un terrain idéal pour une formation de qualité supérieure, notamment en physique, en chimie et en ingénierie. Les recherches sur la fission et sur la fusion absorbent environ un sixième des crédits publics attribués à la recherche énergétique suisse.

Pour en savoir plus: www.energieforschung.ch (fission/fusion nucléaires).

Dépenses publiques en recherche pour la FUSION nucléaire de 1961 à 2001 en millions de francs (MCHF), en valeurs nominales, c-à-d. non corrigées du renchérissement.



Dépenses publiques en recherche sur la FISSION nucléaire de 1956 à 2001 en millions de francs (MCHF) en valeurs nominales, c-à-d. non corrigées du renchérissement



Retraitement

- Aperçu:
1. Processus de retraitement
 2. Retraitement du combustible nucléaire provenant de Suisse
 3. Réutilisation de l'uranium et du plutonium issus du retraitement
 4. Transports en provenance et à destination des installations de retraitement
 5. Déchets issus du retraitement

1. Processus de retraitement

Lors du déchargement d'un réacteur à eau légère, les éléments combustibles usés contiennent généralement une part élevée de matériaux réutilisables – 95 % d'uranium et 1 % de plutonium, contre 4 % de déchets hautement radioactifs. La procédure de retraitement vise à séparer au sortir du réacteur les matières valorisables, soit l'uranium encore disponible et le plutonium issu de la fission, des produits de la fission et de l'activation sans valeur, autrement dit les déchets radioactifs.

Au cours du retraitement, les assemblages usés sont réduits en particules et le combustible est éliminé et dissous à l'aide d'acide nitrique à la sortie du tube de gainage. Un procédé chimique sert à séparer des déchets hautement radioactifs les composants d'uranium et de plutonium apparaissant dans la solution acide, puis à les séparer l'un de l'autre. Etant donné la radioactivité élevée dégagée par le combustible usé, le processus de retraitement s'effectue derrière des protections, dans des «cellules chaudes». Il faut particulièrement veiller alors à ne pas provoquer d'états critiques ou surcritiques et à ne pas déclencher ainsi de nouvelles réactions en chaîne non voulues.

2. Retraitement de matériel nucléaire provenant de Suisse

La Suisse ne possède pas d'installation de retraitement du combustible nucléaire. Cette opération a lieu dans les installations de La Hague (France) et de Sellafield (Grande-Bretagne).

Les exploitants des centrales nucléaires suisses ont passé avec la direction des deux installations des contrats portant sur le retraitement de quelque 1200 tonnes de combustible nucléaire, soit 765 tonnes à l'installation de la société française COGEMA et 435 tonnes à l'installation britannique de BNFL. Le volume total fixé dans le contrat avoisine un tiers du combustible généré en 40 ans d'exploitation.

3. Réutilisation de l'uranium et du plutonium issus du retraitement

L'uranium issu du retraitement (U ret) et le plutonium servent à fabriquer des éléments combustibles qui peuvent être réutilisés dans un réacteur.

Il existe deux méthodes pour fabriquer du combustible à partir d'**U ret**:

- L'uranium subit un nouvel enrichissement, ou bien il est mêlé à de l'uranium fortement enrichi (HEU, High Enriched Uranium).
- De l'U ret et du HEU issus d'anciens stocks militaires sont mélangés en Russie, pour produire le combustible utilisé à la centrale de Gösgen.

Pour produire du combustible à oxydes mixtes (MOX), le **plutonium** récupéré s'emploie indifféremment avec de l'uranium frais, enrichi ou encore de l'U ret. La fabrication du combustible MOX destiné aux centrales de Beznau et Gösgen s'effectue en Belgique, en France ou en Grande-Bretagne.

4. Transports en provenance et à destination des installations de retraitement

L'acheminement des éléments combustibles usés vers les installations de retraitement ainsi que le rapatriement des déchets hautement radioactifs font l'objet de prescriptions légales, elles-mêmes découlant des recommandations de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Le transport s'effectue la plupart du temps par le rail, parfois aussi par la route, dans des conteneurs massifs protégeant du rayonnement. Ceux-ci ont auparavant subi divers tests: résistance aux chocs à vitesse élevée, aux perforations, au feu et à l'eau.

En mai 1998, l'OFEN a suspendu les autorisations de transport. En effet, des contaminations avaient affecté des conteneurs et l'intérieur de certains wagons de chemin de fer. On a alors cherché les causes de la contamination et fixé les moyens de l'éviter. En mai 1999, la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) a fait savoir que le dépassement des valeurs limites incriminé était sans conséquence pour la santé du personnel des chemins de fer et de la population et a adopté des mesures de nature à assurer qu'il en soit encore ainsi à l'avenir. En août 1999, comme toutes les conditions prévues avaient été remplies, l'OFEN a autorisé la reprise du transport de combustible usé. La DSN n'a relevé aucun dépassement des valeurs limites au cours des quelque 40 transports effectués depuis août 1999.

5. Déchets issus du retraitement

Comme le stipulent les contrats des exploitants suisses de centrales nucléaires, les déchets issus du retraitement doivent être rapatriés en Suisse, pour y être entreposés dans un premier temps au dépôt intermédiaire central de Würenlingen (ZWILAG).

Déchets hautement radioactifs: Les déchets hautement radioactifs présents dans la solution acide (produits de la fission et actinides) sont concentrés et subissent un stockage intermédiaire destiné à réduire leur radioactivité; après une phase de séchage, ils sont fondus à haute température avec du verre de borsilicate. Le mélange est alors versé dans des conteneurs d'acier où il se transforme en verre stable (déchets hautement radioactifs vitrifiés). Trois tonnes de combustible retraité aboutissent à deux coquilles de verre.

Déchets moyennement radioactifs: Le retraitement génère également des déchets moyennement radioactifs, qui doivent être conditionnés en vue de leur stockage intermédiaire ou final. Les résidus de la gaine et de la structure apparaissant dans la solution liquide sont coulés dans du ciment ou soumis à une très forte compression. Quant aux déchets dus au traitement et à l'épuration des eaux usées ainsi qu'à l'entretien des installations de retraitement, ils sont généralement cimentés.

Rejets liquides et gazeux dans l'environnement: les rejets de matières radioactives sont réglés dans le cadre d'autorisations émanant des autorités nationales compétentes. Les limites admises pour les rejets radioactifs sont fixées sur la base des dispositions internationales en vigueur.

Les rejets liquides sont décontaminés et neutralisés au sortir des installations, puis filtrés, contrôlés et rejetés dans la mer, dans le respect des limites en vigueur. Il s'agit principalement de tritium. Dans ce contexte, les décharges radioactives des environs de Sellafield (à l'origine de la contamination au plutonium et à l'americium des sédiments de la mer d'Irlande) sont essentiellement dues à l'exploitation à des fins militaires de cette installation au début des années 50.

Selon leur composition chimico-physique, les rejets gazeux issus p. ex. de la ventilation des ateliers sont purifiés en différentes étapes et filtrés, avant d'être rejetés dans l'environnement. Les principales substances rejetées dans l'environnement, en quantités limitées à nouveau, sont de l'iode, du krypton et du tritium.

La gestion des déchets nucléaires

- Aperçu:
1. Déchets radioactifs
 2. Programme de gestion des SMA
 3. Programme de gestion des BE/HAA/LMA

1. Déchets radioactifs

A ce jour, les déchets radioactifs sont issus:

- de l'utilisation de l'énergie nucléaire
- de l'emploi de substances radioactives en médecine, dans l'industrie et la recherche (déchets MIF); il ne s'agit toutefois que d'une faible partie des déchets.

En outre, la mise hors service des centrales nucléaires et des installations de recherche et leur démolition généreront des déchets.

Dans le cadre des projets suisses de dépôts finaux, un inventaire modèle des déchets a été développé et actualisé en 1993. Y sont décrits les déchets produits par les centrales nucléaires suisses au cours d'une période d'activité de 40 ans. L'inventaire prend également en considération les déchets MIF accumulés depuis 1984 ou susceptibles d'être produits jusqu'en 2053. D'après les estimations actuelles, il faut s'attendre au total à 80 000 m³ de déchets faiblement ou moyennement radioactifs, à 6000 m³ de déchets moyennement radioactifs de longue durée et à 6000 m³ de déchets hautement radioactifs conditionnés et d'éléments combustibles usés.

Selon les dispositions légales en vigueur, l'évacuation des déchets doit s'effectuer en règle générale dans le pays. C'est également ce que prévoit le projet de loi sur l'énergie nucléaire (LENu) en discussion au parlement. Selon le principe du pollueur-payeur, les producteurs doivent en assurer, à leurs frais, l'élimination sûre. Les exploitants des centrales ainsi que la Confédération ont créé à cet effet la Société coopérative nationale pour l'entreposage des déchets radioactifs (Nagra).

Les grandes étapes de la chaîne d'évacuation des déchets sont le traitement (conditionnement), le stockage intermédiaire et le stockage géologique en profondeur. La Suisse poursuit actuellement deux projets d'entreposage, l'un pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs (SMA), l'autre pour les éléments combustibles usés ainsi que pour les déchets hautement radioactifs et moyennement radioactifs de longue durée (BE/HAA/LMA). En attendant la concrétisation des projets, les déchets conditionnés sont conservés au dépôt intermédiaire fédéral de l'Institut Paul Scherrer (déchets MIF) ainsi qu'au dépôt intermédiaire central des exploitants de centrales, à Würenlingen (AG).

2. Programme de gestion des SMA

En 1985, la Nagra a démontré que le site d'Oberbauenstock (UR) convenait au stockage des déchets SMA, de manière durable et sûre. En 1987, elle a présenté le site du Wellenberg, comme une alternative d'autant plus propice qu'il se prêtait apparemment mieux aux explorations. En effet, les trois sites qui figuraient auparavant sur la liste finale se sont avérés moins adéquats par comparaison, ou alors il n'a pas été possible de procéder à tous les forages en surface exigés par le Conseil fédéral. En revanche, les forages de sondage et les autres enquêtes effectuées au Wellenberg ont donné des résultats positifs, si bien que la Nagra a choisi en 1993 ce site pour une reconnaissance en profondeur. Les autorités ont alors avalisé ce **choix**.

Par la suite, la société coopérative «Genossenschaft für Nukleare Entsorgung Wellenberg» (GNW), nouvellement constituée, a sollicité en 1994 la concession d'utilisation du sous-sol requise par le droit cantonal, et a déposé une demande d'autorisation générale pour un dépôt final des déchets SMA au Wellenberg. Or le 25 juin 1995, les citoyennes et les citoyens nidwaldiennes ont refusé le préavis du gouvernement cantonal relatif à la demande d'autorisation générale et à l'octroi de la concession d'utilisation du sous-sol. Par la suite, divers groupes de travail se sont intéressés aux aspects de la gestion des déchets. En mars 2000, la Confédération et le gouvernement nidwaldien se sont entendus sur la suite à donner au projet Wellenberg. Au printemps 2001, la GNW a déposé auprès du canton de Nidwald une demande de concession pour une galerie de sondage. Le 22 septembre 2002, la population nidwaldienne a refusé à nouveau ce projet. Il est désormais politiquement exclu de poursuivre le projet Wellenberg. Et le programme SMA subit des années de retard.

Une nouvelle procédure de sélection exige la clarification préalable au niveau de la LENU des modalités de la gestion des déchets radioactifs. Pour opérer concrètement un choix, il faut tout d'abord identifier les sites susceptibles d'accueillir un dépôt pour les déchets SMA. Des études géologiques de surface procureront ensuite des connaissances approfondies dans la perspective d'un dépôt géologique en profondeur. Il convient en fin de compte de sélectionner un site se prêtant à la réalisation d'examen approfondis (p. ex. galerie de sondage, laboratoire souterrain). L'autorisation générale, délivrée par le Conseil fédéral sous réserve d'approbation par les Chambres fédérales, constitue la principale décision politique présidant à la construction d'un dépôt. Mais jusque-là, il s'écoulera encore au moins dix ans.

3. Programme de gestion des BE/HAA/LMA

La Nagra étudie depuis 1981 le sous-sol cristallin du Nord de la Suisse. La reconnaissance ayant montré qu'il serait difficile de prouver l'existence de volumes rocheux adéquats et en même temps suffisamment étendus, le Conseil fédéral a exigé en 1988 l'élargissement du programme d'étude aux roches non cristallines (sédiments). Au terme d'une vaste

procédure de sélection, le choix final s'est porté sur l'argile à opalines du Weinland zurichois.

Depuis 1994, la Nagra procède donc à des examens dans cette région. Les reconnaissances sismiques et le forage de sondage à Benken ont révélé une situation géologique favorable, présentant une très faible perméabilité à l'eau. Le 20 décembre 2002, forte de ces résultats, la Nagra a remis aux autorités fédérales le justificatif destiné à montrer que la gestion sûre des assemblages combustibles usés ainsi que des déchets hautement radioactifs ou moyennement radioactifs de longue durée (HAA/LMA) est possible en Suisse.

La prochaine étape consistera en l'examen technique de la volumineuse documentation reçue par la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) et la Commission fédérale de la sécurité des installations atomiques (CSA). Cet examen exigera environ deux ans et devrait s'achever fin 2004.

Il est prévu d'organiser ensuite une procédure de dépôt public. Bien que la loi ne l'exige pas, la transparence en sera accrue et toutes les personnes ou organismes intéressés auront la possibilité de se prononcer sur la documentation reçue, les expertises et les avis rendus. Quant à la décision du Conseil fédéral portant sur le justificatif de gestion, la procédure ultérieure et le calendrier de l'évacuation des BE/HAA/LMA, il semble probable aujourd'hui qu'elle tombe au premier trimestre 2006. Il faudra néanmoins plusieurs décennies jusqu'à ce que la Suisse mette en service un dépôt pour les BE/HAA/LMA.

Le financement de la désaffectation des centrales et de la gestion des déchets nucléaires

- Aperçu
1. Coûts de la gestion des déchets nucléaires
 2. Fonds pour la désaffectation des installations nucléaires
 3. Fonds pour la gestion des déchets radioactifs des centrales nucléaires
 4. Placement de la fortune des fonds

1. Coûts de la gestion des déchets nucléaires

Conformément au principe du pollueur-payeur, il incombe aux entreprises produisant des déchets radioactifs de les éliminer sûrement et à leurs frais. Les frais de gestion courants (p. ex. pour le retraitement, les recherches de la Nagra, la construction de dépôts intermédiaires) sont payés sans délai. Quant aux coûts de la désaffectation et aux frais à assumer après la mise hors service des installations (évacuation des déchets radioactifs), ils seront couverts par les contributions que les exploitants versent dans deux fonds indépendants:

- le fonds pour la désaffectation des installations nucléaires
- le fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant de ces installations.

Les bases juridiques de ces fonds sont l'ordonnance du 5 décembre 1983 concernant le fonds pour la désaffectation d'installations nucléaires et l'ordonnance du 6 mars 2000 sur le fonds pour la gestion des déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires.

2. Fonds pour la désaffectation des installations nucléaires

Ce fonds institué le 1^{er} janvier 1984 a été doté de la personnalité juridique de droit public, avec siège à Berne. Il est destiné à couvrir les frais de désaffectation des installations nucléaires mises hors service, de leur démolition et de l'évacuation des déchets ainsi produits. Son alimentation incombe d'une part aux exploitants des centrales nucléaires, et d'autre part aux exploitants de dépôts intermédiaires pour le combustible nucléaire usé et les déchets radioactifs. Actuellement, des contributions sont versées par les centrales de Beznau I et II, Mühleberg, Gösgen et Leibstadt, et par le dépôt intermédiaire central de Würenlingen.

Le montant des contributions est déterminé de manière à couvrir les frais présumés:

- imputables à la désaffectation et au démantèlement de l'installation, compte tenu de l'évolution de ces frais et de la fortune du fonds jusqu'à l'exécution des travaux;

- imputables à l'évacuation sûre et à long terme des déchets engendrés par la désaffectation et le démantèlement de l'installation, compte tenu, d'une part, de l'évolution de ces frais et de la fortune du fonds jusqu'à l'achèvement des travaux d'évacuation des déchets;
- imputables à la gestion du fonds.

Les calculs sont basés sur une durée totale d'exploitation des centrales de 40 ans. Les contributions annuelles sont fixées à un niveau aussi stable que possible et de telle sorte que les frais présumés soient couverts au moment de la mise hors service.

Selon la plus récente étude, les frais de désaffectation approcheraient 1,9 milliard de francs (base de prix 1^{er} janvier 2001). A la fin de 2001, les avoirs du fonds atteignaient 908 millions de francs suisses.

3. Fonds pour la gestion des déchets radioactifs des centrales nucléaires

Ce fonds a été institué en l'an 2000. Il est destiné à couvrir les frais d'évacuation des déchets d'exploitation et des éléments combustibles usés après la mise hors service d'une centrale nucléaire. Les premières contributions y ont été versées en 2001. Son alimentation incombe aux exploitants des centrales.

Les frais de gestion comprennent les dépenses liées à toutes les activités nécessaires pour garantir l'évacuation durable et sûre des éléments combustibles usés et des déchets radioactifs des centrales nucléaires. Les principaux centres de frais sont les conteneurs de transport et d'entreposage, les transports, le retraitement des éléments combustibles (ou leur évacuation), le traitement centralisé des déchets et leur stockage intermédiaire, et enfin le stockage géologique des déchets faiblement et moyennement radioactifs ainsi que des déchets hautement radioactifs ou moyennement radioactifs, mais de longue durée de vie.

Les exploitants ont calculé les coûts de gestion en s'appuyant sur les hypothèse et conditions générales ci-après:

- On admet que les cinq centrales nucléaires actuelles auront une durée d'exploitation de 40 ans. Le combustible à évacuer représentera quelque 3000 t de métaux lourds. Sur cette quantité, 1100 t seront retraitées.
- Les déchets hautement radioactifs ou les éléments combustibles non retraités seront mis à refroidir pendant 40 ans avant le placement dans un dépôt final en profondeur.
- Un dépôt géologique en profondeur pour les déchets faiblement ou moyennement actifs sera construit, exploité, surveillé et refermé entre 2016 et 2068. Il s'avère nécessaire toutefois de revoir ce calendrier, en raison de l'échec en votation populaire du projet Wellenberg (NW) le 22 septembre 2002.

- Un dépôt géologique en profondeur pour les éléments combustibles usés et les déchets hautement radioactifs ou moyennement actifs de longue durée sera construit, exploité, surveillé et refermé entre 2046 et 2093.

D'après les dernières estimations des exploitants des centrales nucléaires et des organisations concernées, les frais de gestion avoisinent 12 milliards de francs. Quant aux dépenses consenties jusqu'à fin 2000, elles sont d'environ 3,4 milliards. Fin 2001, la fortune du fonds s'élevait à 1,44 milliard de francs.

4. Placement de la fortune des fonds

Le placement de la fortune des fonds est du ressort d'une commission administrative désignée par le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). Les actifs doivent être placés de sorte que leur rendement et la répartition du risque soient les meilleures possibles. En outre, les placements sont exclus dans des entreprises relevant d'exploitants tenus de verser des contributions ainsi que dans les entreprises dont la majorité des actifs sont investis dans des installations nucléaires. Sur la base de ces principes, la commission a défini des stratégies de placement et édicté des directives.

Plusieurs banques de dépôt et gestionnaires de fortune sont chargés de ces placements. Sur ordre de la commission, un comité de placement et des experts externes contrôlent la politique de placement des banques de dépôt et des gestionnaires de fortune et le respect des directives, et établissent régulièrement des rapports.

Le droit de la responsabilité civile en matière nucléaire

- Aperçu
1. Loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire
 2. Accords internationaux
 3. Révision de la loi

1. Loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire

Le législateur a réglé la responsabilité en cas de dommages nucléaires dans la loi du 18 mars 1984 sur la responsabilité civile en matière nucléaire (LRCN; RS 732.44). A défaut de ce texte, la RC des exploitants d'installations nucléaires serait régie par le code des obligations, qui n'oblige personne à faire face aux prétentions éventuelles en dommages-intérêts de tiers. Sans législation spéciale, rien ne garantirait donc que les exploitants d'installations nucléaires seraient à même d'assumer leur RC si un accident majeur survenait.

La LRCN règle la responsabilité en cas de dommages d'origine nucléaire causés par des installations nucléaires ou par le transport de substances nucléaires, ainsi que la couverture financière correspondante. Elle se fonde sur les principes suivants:

- imputation de la responsabilité à l'exploitant de l'installation nucléaire;
- responsabilité causale de l'exploitant;
- responsabilité illimitée (en termes de montant);
- plafonnement de la couverture à 1 milliard de francs.

Alors qu'initialement les assurances RC se contentaient d'assurer 300 millions de francs, des compagnies d'assurances privées assurent intégralement depuis le 1^{er} janvier 2001 un milliard de francs.

Par ailleurs, la Confédération couvre à concurrence d'un milliard de francs les risques que l'assureur privé est à même d'exclure de la couverture vis-à-vis du lésé. Il s'agit d'une part de dommages dus à des phénomènes naturels extraordinaires ou à des événements de guerre, d'autre part de prétentions formulées plus de 10 ans après l'événement dommageable ou 20 ans après la disparition des matières nucléaires. Enfin, la Confédération couvre à concurrence d'un milliard de francs les dommages différés dont l'indemnisation ne peut plus être réclamée à la personne responsable parce que le délai de 30 ans est écoulé.

À la suite des événements du 11 septembre 2001, les assurances privées ne couvrent plus qu'à concurrence d'un demi-milliard de francs les dommages d'origine nucléaire causés par des actes terroristes, disposition entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2003. Il s'ensuit que c'est à la Confédération d'assurer les dommages dus à des attentats terroristes compris entre 500 millions et un milliard de francs (art. 11, al. 3 et art. 12 LRCN; art. 4 ORCN du 5 décembre 1983, RS 732.441).

S'agissant des risques à sa charge, la Confédération perçoit auprès des exploitants de centrales ou d'autorisations de transport les contributions annuelles suivantes:

- centrales de Beznau I et II: 2,253 millions de francs;
- centrale de Mühleberg: 1,328 million de francs;
- centrale de Gösgen: 1,693 million de francs;
- centrale de Leibstadt: 1,693 million de francs;
- dépôt intermédiaire de Würenlingen: 241 000 francs;
- réacteur de l'Université de Bâle: 3500 francs.

Les contributions et le produit des intérêts sont imputés au fonds pour dommages nucléaires. Fin 2002, le capital de ce fonds s'élevait à 305 millions de francs.

Si le dommage dû à un accident nucléaire excède un milliard de francs, l'exploitant de l'installation en cause répond sur l'ensemble de sa fortune du dommage qui n'est plus couvert par les assureurs privés et la Confédération. S'il y a lieu de prévoir que les moyens financiers disponibles pour couvrir les dommages ne suffisent pas à satisfaire toutes les demandes de réparation (grands sinistres), le Parlement établit alors un arrêté d'indemnisation (clé de répartition). Le cas échéant, la Confédération peut verser des contributions supplémentaires pour les dommages non couverts (art. 29 LRCN).

2. Accords internationaux

En fixant dans les années 80 la couverture à 1 milliard de francs et en adoptant le principe de la responsabilité *illimitée*, la Suisse a fait œuvre de pionnière. D'ailleurs, le législateur, en introduisant ce dernier principe dans la loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire, savait pertinemment que la Suisse ne pourrait pas ratifier les conventions internationales en vigueur à l'époque, puisque celles-ci se basaient sur le principe de la responsabilité *limitée*.

Sur le plan international, les deux conventions élaborées sous l'égide de l'agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) servent de référence en matière de responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ce sont:

- la Convention de Paris du 29 juillet 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire (Convention de Paris, CP);

- La Convention de Bruxelles du 31 janvier 1963 complémentaire à la Convention de Paris (Convention complémentaire de Bruxelles, CB).

Ces conventions sont entrées en vigueur respectivement en 1968 et en 1974. La Suisse a participé activement à leur élaboration et les a signées, mais non encore ratifiées. L'Allemagne, la France, l'Italie ainsi que douze autres pays européens ont ratifié la CP; onze pays seulement en ont fait de même avec la CB.

Le système Paris-Bruxelles garantit une couverture financière totale limitée à 300 millions de droits de tirage spéciaux (env. 540 millions de francs).

Les conventions de Paris et de Bruxelles ont été mises en révision en 1998. Les travaux sont actuellement achevés, si bien que les organes compétents de l'OCDE vont sans doute approuver les textes cette année encore avant de les soumettre à signature. Dans les nouvelles moutures, le montant total de responsabilité a été relevé à 1,5 milliard d'euros (env. 2,225 milliards de francs suisses).

3. Révision de la loi

La loi sur la responsabilité civile en matière nucléaire de 1983 correspond encore largement aux normes reconnues sur le plan international en la matière. La LCRN garantit ainsi le versement de réparations équitables aux victimes d'un accident nucléaire. De même, les principes qui sous-tendent la LCRN sont identiques à ceux régissant les conventions internationales. Le principe de la responsabilité illimitée de l'exploitant d'une centrale nucléaire consacré par le droit suisse est encore aujourd'hui très progressiste: seuls l'Allemagne, le Japon et l'Autriche ont introduit un tel principe dans leur législation.

Malgré le haut niveau de protection offert par la LRCN, une révision s'impose néanmoins dans l'intérêt des victimes d'un éventuel accident nucléaire. La révision porte essentiellement sur deux domaines:

- Relèvement du montant de la couverture à 1 milliard de francs: les moyens financiers disponibles actuellement au titre de la réparation de dommages nucléaires sont encore très élevés, même par comparaison à d'autres pays. Cela dit, la révision des Conventions de Paris et de Bruxelles a placé la barre plus haut. Sur le plan national, la provision de couverture exigée de l'exploitant d'une centrale nucléaire allemande depuis avril 2002 atteint ainsi désormais 2,5 milliards d'euros (env. 3,75 milliards de francs).
- Intégration de la Suisse au régime international de responsabilité dans le domaine de l'énergie nucléaire: l'adhésion de la Suisse aux conventions internationales aurait principalement deux avantages. D'une part, elle garantirait à l'exploitant d'une centrale nucléaire la sécurité juridique dans le cas d'un accident survenant en Suisse et ayant des conséquences dommageables à l'étranger. D'autre part - et c'est là un point essentiel -, les victimes en Suisse d'un accident nucléaire survenu à l'étranger auraient l'assurance d'être indemnisées, garantie que ne saurait offrir la législation nationale. L'absence de

page 4

relations conventionnelles avec des Etats tiers signifie en outre que seules les règles ordinaires du droit international privé s'appliquent dans le cas de dommages causés à l'étranger, situation qui comporte de nombreux risques, tant pour les personnes civilement responsables que pour les personnes indemnisables.

L'OFEN a institué un groupe de travail formé de représentants des exploitants de centrales, des assureurs et des offices fédéraux concernés, ainsi que d'un expert allemand du droit international de la RC en matière nucléaire et l'a chargé d'élaborer un projet de révision de la LRCN. Le projet devrait être conçu de façon que la Suisse puisse ratifier les conventions de Paris et de Bruxelles. Le projet sera mise en consultation dès que les débats sur la loi sur l'énergie nucléaire seront terminés.

Renseignements: Renato Tami, OFEN, Chef de la section Droit (tél. 031/322 56 03)

Annexe: Tableau récapitulatif de la couverture / responsabilité illimitée

Aperçu des montants de couverture/responsabilité illimitée selon la LRCN

	Assureurs privés	Assurance fédérale	Exploitants d'installations
jusqu'à 1 mia fr.¹ (couverture)	Tous les dommages (hormis ceux couverts par l'assurance fédérale)		
jusqu'à 0,5 mia fr. (couverture)	Risques dus au terrorisme		
de 0,5 à 1 mia fr. (couverture)		Risques dus au terrorisme	
jusqu'à 1 mia fr.¹ (couverture)		<ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes naturels extraordinaires • Evénements de guerre • Droits 10 ans après l'événement dommageable (ou 20 ans après la disparition des matières nucléaires) • Dommages différés après 30 ans (délai de prescription écoulé) 	
au-delà de 1 mia fr² (resp. civile)			Responsabilité illimitée, responsabilité indépendante de la faute, sauf si le lésé a causé le dommage de manière intentionnelle

¹ Une couverture supérieure à 1 milliard de francs est en discussion sur le plan international.

² Au cas où ces moyens ne suffiraient pas, la réglementation des dégâts lourds est du ressort du Parlement (év. contributions supplémentaires de la Confédération).

Sécurité et risque de l'énergie nucléaire

- Aperçu:
1. Fission nucléaire
 2. Surveillance des centrales nucléaires suisses
 3. Objectif: sécurité pour l'homme et pour l'environnement
 4. Principe de sécurité
 5. Conception protectrice
 6. L'étude du risque sert à démontrer la sécurité
 7. Comment définit-on le risque ?

1. Fission nucléaire

Les centrales nucléaires produisent de l'énergie au moyen de combustible nucléaire. A l'intérieur du réacteur, le combustible fissile, généralement de l'uranium, est enfermé dans des barres. Les noyaux d'atomes qu'il contient, notamment ceux d'uranium-235 et de plutonium-239, peuvent être fissionnés au moyen de neutrons. C'est ce qu'on appelle la fission nucléaire, et dans le réacteur, elle se produit de manière contrôlée. Cela libère une grande quantité d'énergie, utilisée pour produire de la vapeur. Dans la halle des machines de la centrale, la vapeur fait tourner des turbines, qui à leur tour actionnent des génératrices d'électricité.

Ce résultat éminemment souhaitable s'accompagne d'effets secondaires qui le sont moins, à savoir la production de rayons gamma, beta et alpha ainsi que de produits de fission et d'activation radioactifs. Ces derniers doivent être traités comme des déchets nucléaires. Quant aux éléments combustibles usés, on peut soit les évacuer comme déchets, soit les destiner au retraitement. Les matières radioactives sont classées en trois catégories, dites faiblement, moyennement ou fortement radioactives. L'homme se protège et protège l'environnement des radiations par des moyens techniques et organisationnels appropriés.

2. Surveillance des centrales nucléaires suisses

La Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) contrôle et évalue, en qualité d'autorité fédérale de surveillance, la sécurité et la radioprotection dans les installations nucléaires suisses. Elle les inspecte et étudie les justificatifs de sécurité que les exploitants sont tenus de présenter (voir fiche d'info «Surveillance et contrôle»).

3. Objectif: sécurité pour l'homme et pour l'environnement

A l'intérieur du réacteur, le cœur renferme des substances radioactives en quantités appréciables, beaucoup plus qu'il n'en faut pour constituer un danger pour les hommes, les animaux et l'environnement. Le recours à ces substances, que ce soit dans la production d'énergie, en médecine, dans l'industrie ou dans la recherche, ne va pas sans des mesures appropriées destinées à protéger l'homme et l'environnement des risques de contamination radioactive.

Les mesures prises sont de nature technique ou organisationnelle. Elles veulent en particulier:

- **Prévenir:** Nombre de mesures de protection contre les dérangements sont prises en vue d'éviter les accidents dans les installations nucléaires. De cette préoccupation résulte la conception spéciale et l'exécution des systèmes et composants ainsi que le soin mis à leur entretien et à leur exploitation.
- **Maîtriser:** Les mesures de prévention se doublent de dispositions permettant de maîtriser les dérangements. Il s'agit en effet d'éviter que les dérangements techniques et les erreurs manipulation, qui ne sauraient être absolument exclus, dégénèrent en accidents.
- **Atténuer:** En outre on prend des mesures pour qu'en cas de dérangement, les conséquences pour le personnel et pour l'environnement ne dépassent pas les valeurs-limites fixées dans la loi. Les installations nucléaires sont équipées de systèmes spéciaux à cet effet.
- **Protéger:** Enfin il faut protéger la population des accidents ayant des conséquences radiologiques graves. Telle est la raison d'être des mesures de protection d'urgence telles que l'alarme, le recours aux abris, la prise de comprimés d'iode, l'interdiction de certains aliments, etc. (voir fiche d'info «Mesures de protection d'urgence»).

4. Principe de sécurité

Les objectifs de la sécurité nucléaire déterminent au premier chef la manière dont une centrale nucléaire doit être construite, rééquipée, entretenue et exploitée. La sécurité repose sur une succession de barrières, comme l'indique la figure ci-dessous.

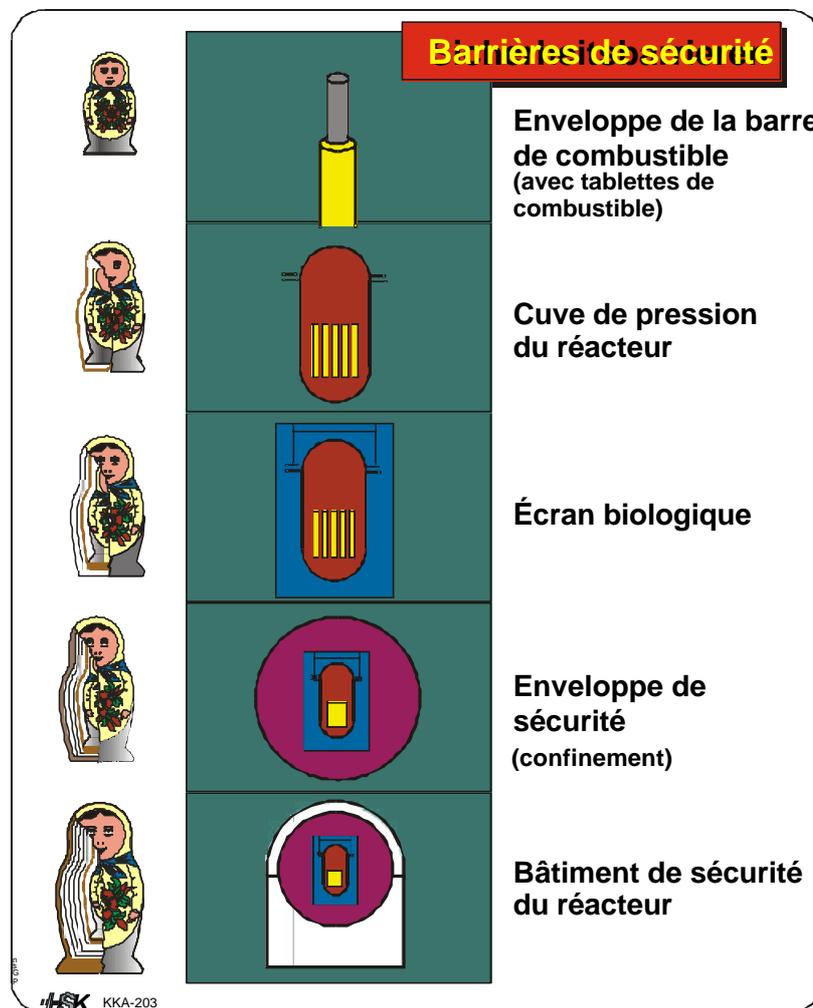


Figure: Barrières de sécurité

Ces barrières successives font en sorte que le rayonnement et les substances radioactives résultant de la fission nucléaire ne parviennent pas dans l'environnement. Les barrières techniques installées dans la centrale comprennent les tubes des barres de combustible, la cuve de pression en acier du réacteur, l'épaisse paroi de béton (écran biologique) qui re-

tient le rayonnement, une enveloppe d'acier (confinement) sur la face interne du bâtiment de sécurité du réacteur et enfin ce bâtiment lui-même, avec ses épaisses parois de béton armé.

Le principe de sécurité reconnaît qu'aucun système technique n'est parfait. La stratégie correspondante est donc de maintenir l'effet protecteur de chaque barrière le plus longtemps possible, même si une ou plusieurs barrières (précédentes ou suivantes) n'est plus tout à fait étanche. La conception technique des barrières est soumise à des exigences strictes de la part des autorités.

5. Conception protectrice

Le justificatif de sécurité d'une centrale nucléaire doit démontrer en particulier que l'installation peut maîtriser pratiquement tous les dérangements imaginables à l'intérieur et à l'extérieur d'elle-même sans que les valeurs-limites de rejet de substances radioactives sur lesquelles elle s'appuie soient dépassées. Il doit en être ainsi même dans l'hypothèse où le dérangement initial s'aggraverait de la défaillance d'un système ou d'un composant de sécurité (critère de la défaillance unique). A titre d'exemple, mentionnons la rupture d'une conduite principale du caloporteur ou la perte de l'alimentation en électricité. On doit pouvoir démontrer que l'installation peut être ramenée à un état sûr après un tel dérangement. Cela implique que la réaction en chaîne contrôlée soit interrompue et le refroidissement durable du cœur du réacteur, assuré.

La disponibilité élevée des fonctions de sécurité repose en particulier sur deux principes de conception habituels dans les systèmes techniques :

- **La redondance:** Un équipement important pour la sécurité se compose d'au moins deux systèmes équivalents (voie unique) dont chacun est en mesure d'accomplir la tâche à lui seul. Il est ainsi répondu au critère de la défaillance unique, mentionné plus haut.
- **Diversité:** Toutes les fois que cela se justifie, les composants des voies uniques d'un système sont différents, c'est-à-dire qu'ils relèvent de deux types de construction ou de deux producteurs différents. On évite ainsi leur défaillance simultanée par suite, par exemple, d'une erreur de conception.

6. L'étude du risque sert à démontrer la sécurité

La philosophie de sécurité développée pour les centrales nucléaires a engendré un important et efficace ensemble de mesures de prévention des défaillances et de leurs conséquences. L'exploitation des centrales doit se faire au prix d'un très faible rejet de substances radioactives dans l'environnement.

Des défaillances ou des accidents graves dont la conception de la centrale ne tiendrait pas compte ne sont imaginables qu'en cas d'erreurs multiples et d'insuffisance simultanée de plusieurs barrières de confinement. Seule une série d'erreurs peut entraîner un accident avec rejet de quantités dangereuses de substances radioactives.

L'analyse probabiliste de sécurité (PSA) vise à évaluer, dans l'optique du risque, les déroulements d'accidents que même la philosophie de sécurité d'une installation ne permet pas de maîtriser. Elle étudie donc des enchaînements au cours desquels plusieurs systèmes de sécurité tombent en panne ou qui aboutissent pour d'autres raisons à des situations non prévues dans le dimensionnement.

7. Comment définit-on le risque?

Le risque d'accident est fonction de la probabilité de survenance (nombre d'accidents par année) et de l'ampleur des dégâts causés. Le risque est souvent défini comme le produit de la probabilité par le dommage causé.

Le risque global (risque d'une installation) est la somme des risques de rejet de tous les accidents. Le risque de rejet dû à un accident isolé est le produit de sa probabilité par la radioactivité (en Becquerel) de toutes les substances radioactives relâchées. On s'appuie sur le risque global pour prendre des mesures destinées à atténuer les conséquences d'accidents graves.

Il ressort des études PSA que le risque de toutes les centrales nucléaires suisses est faible, même et surtout en comparaison internationale. Ce résultat réjouissant reflète les efforts constants des exploitants en vue de maintenir leurs installations à un niveau de sécurité élevé et de prendre des mesures appropriées pour réduire le risque au minimum. La DSN suit ces mesures et elle les évalue, afin de réclamer au besoin les améliorations nécessaires au vu de ses propres études et enquêtes.

Radioprotection

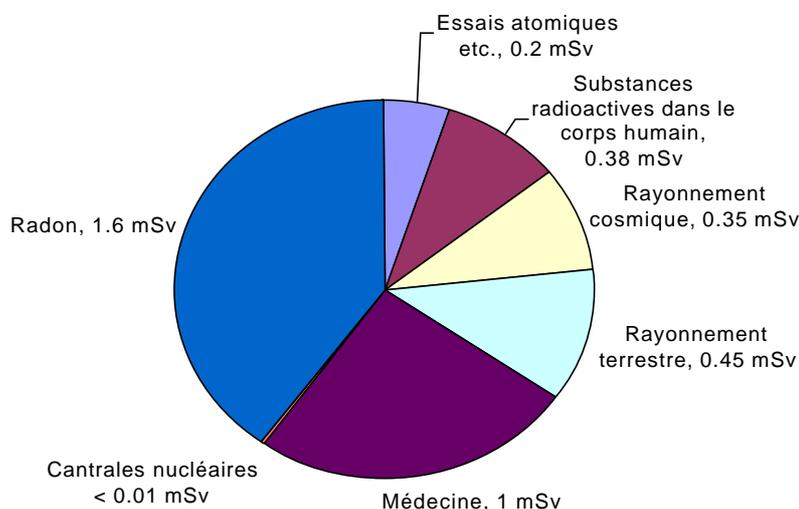
- Aperçu:
1. D'où proviennent les radiations que nous subissons?
 2. Tâches de la radioprotection
 3. Irradiation du personnel dans les centrales nucléaires suisses
 4. Irradiation de la population dans les alentours des installations nucléaires
 5. Transport de substances radioactives

1. D'où proviennent les radiations que nous subissons?

Les rayonnements qui frappent l'homme peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. Le **rayonnement naturel** provient des nucléides radioactifs contenus dans le sol (*radiation terrestre*) ou dans l'espace (*rayonnement cosmique*). Une importance particulière revient au gaz radon, produit par un phénomène de désintégration de l'uranium contenu dans des roches. Dans plusieurs régions, il en résulte une radioactivité élevée. Toute personne abrite dans son corps des substances radioactives, absorbées depuis toujours avec la nourriture. La majeure partie de cette dose est due à un nucléide radioactif naturel, le potassium-40.

Le rayonnement artificiel est imputable en partie aux substances radioactives parvenues dans l'atmosphère par diverse voies: retombées des tests de bombes A et des accidents d'installations nucléaires, ou rejets de telles installations et des hôpitaux travaillant en régime normal. L'apport des centrales nucléaires est minime. Il faut mentionner aussi l'utilisation médicale des rayonnements (radiographie, tomographie, etc.).

L'irradiation de la population suisse est en moyenne d'environ 4 mSv par année, à savoir:



Ainsi se décompose l'irradiation moyenne de la population suisse pendant une année. La dose totale avoisine 4 mSv par année.

L'exercice de certaines professions entraîne une exposition supérieure à la moyenne. C'est le cas pour des personnels techniques dans la médecine, des chercheurs et les personnes employées dans certains secteurs industriels et dans les installations nucléaires.

2. Tâches de la radioprotection

La radioprotection vise à déterminer l'irradiation de la population et des personnels exposés dans l'exercice de leur activité professionnelle, puis de prendre des mesures propres à en ramener l'ampleur au niveau le plus bas raisonnablement atteignable. Ainsi le risque pour les personnes est réduit au minimum.

La radioprotection s'appuie sur trois principes:

- **Justification:** l'irradiation doit être justifiée ou nécessaire. Une activité produisant des rayonnements n'est tolérable que si elle engendre un résultat utile mesurable. Les méthodes de substitution non productrices de rayonnement doivent être préférées.
- **Optimisation:** si une activité ou une démarche justifiée est inéluctablement liée à l'irradiation, celle-ci doit être maintenue au niveau le plus bas possible.
- **Valeurs-limites de dose:** simultanément, les valeurs-limites de dose fixées dans la loi doivent être respectées. Elles ont pour objectif de protéger la population et les personnes exposées professionnellement. Elles ne s'appliquent pas à l'irradiation subie par le patient à des fins de diagnostic ou de thérapie, ni à l'irradiation naturelle.

Groupe concerné	Valeur-limite
Personnes non exposées du fait de leur profession (population)	1 mSv / année
Personnes exposées du fait de leur profession	20 mSv / année
Personnes exposées du fait de leur profession, ayant entre 16 et 18 ans	5 mSv / année

Valeurs-limites de dose pour la population et pour les personnes professionnellement exposées aux radiations, selon l'ordonnance sur la radioprotection

On appelle dose l'énergie absorbée par une masse donnée du fait de son irradiation. Comme les rayonnements ont, selon leur type, des effets différents sur les tissus et comme ceux-ci (et les organes) réagissent de façon inégale aux radiations, on a introduit ce que l'on appelle la dose effective. L'unité en est le Sievert (Sv). Le Sv est une dose très

élevée, telle qu'une seule irradiation immédiate se traduit par l'apparition d'une maladie; c'est pourquoi on utilise dans la pratique le millisievert (mSv), soit le millième de Sv.

La dose effective sert à calculer le risque de maladie due au rayonnement. Le risque d'un cancer mortel imputable aux radiations avoisine 5 % par 1000 mSv. Si 10 000 personnes reçoivent 10 mSv, il en mourra théoriquement 5 d'un cancer dû à cette irradiation. A titre de comparaison, la statistique indique que dans les Etats industrialisés, 2500 personnes sur 10 000 meurent d'un cancer.

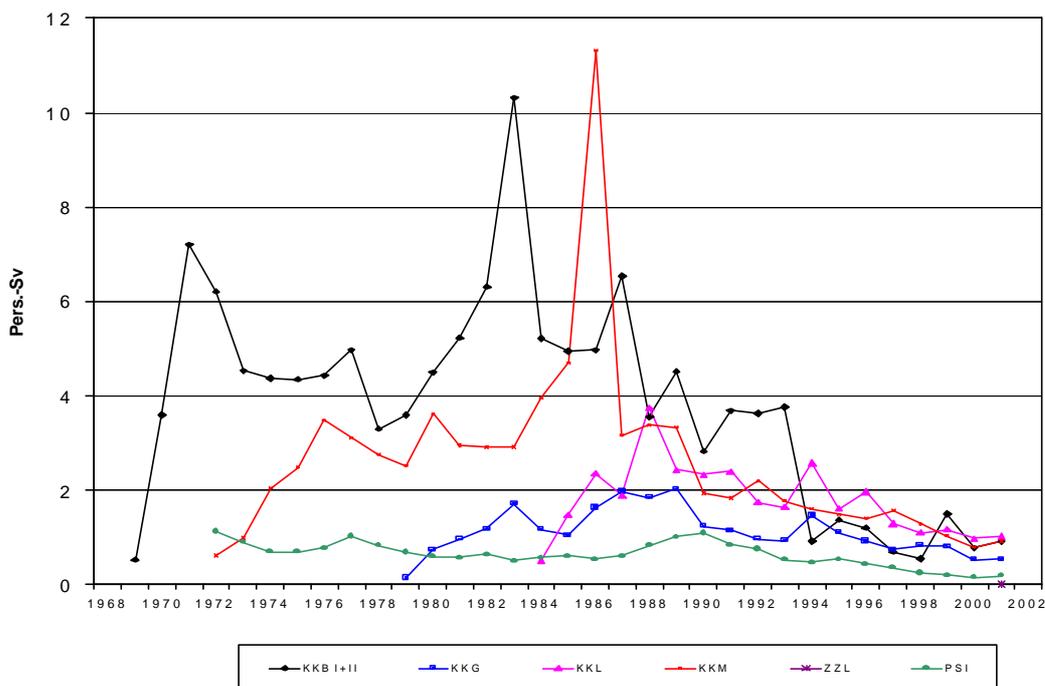
Pour les alentours des centrales nucléaires et en vertu de l'ordonnance sur la radioprotection, les autorités ont décrété que la valeur-limite de dose par rejet de substances radioactives devait être inférieure à 0,2 mSv par année (valeur-directrice de dose liée à la source) et par personne (population).

3. Irradiation du personnel dans les centrales nucléaires suisses

En radioprotection, on distingue la dose individuelle et la dose collective. La première est la dose reçue par une personne isolée. Mais la somme des doses individuelles d'un groupe donné tel que le personnel professionnellement exposé dans une centrale nucléaire est appelé la dose collective.

La DSN vérifie l'application des prescriptions sur la radioprotection dans les installations nucléaires. Celles-ci doivent être divisées en zones assorties de règles de comportement et d'habillement selon le champ de rayonnement momentané. Les données fournies par les appareils de mesure obligatoires – normalement deux dosimètres par personne – sont examinées à intervalles réguliers. Mais l'application systématique des règles de radioprotection au travail fait que depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur la radioprotection en 1994, les doses individuelles des collaborateurs des centrales nucléaires se situent toujours en-dessous de la limite prescrite de 20 mSv/année, le plus souvent très en-dessous.

L'optimisation systématique des procédés et des comportements a permis de réduire continuellement, ces dix dernières années, les doses collectives dans les installations suisses.



Doses annuelles collectives dans les installations nucléaires suisses

4. Irradiation de la population dans les alentours des installations nucléaires

La dose maximale admise dans les alentours des installations nucléaires est fixée dans la directive DSN-R-11 «Objectifs de la protection des personnes contre les radiations ionisantes dans la zone d'influence des centrales nucléaires». Ainsi les personnes (population) ne doivent pas subir, du fait du rejet de substances radioactives, une dose supérieure à 0,2 mSv par année. Les doses calculées depuis 20 ans ont toujours été très inférieures à cette valeur directrice.

5. Transport de substances radioactives

Le transport de substances radioactives est soumis à des prescriptions suisses et internationales destinées à assurer la sécurité du personnel de transport et de la population. Les valeurs-limites fixées dans ces prescriptions sont impératives tant pour le transport d'éléments combustibles usés et la fourniture d'éléments neufs que pour les autres déplacements de substances radioactives en provenance ou à destination d'une installation nucléaire suisse. Les collaborateurs impliqués connaissent les valeurs-limites de doses les concernant. Aucune violation de ces valeurs n'a été constatée dans les quarante transports accomplis depuis 1999.

Risques sanitaires

- Aperçu:
1. Le rayonnement peut nuire à la santé
 2. Le problème des faibles doses
 3. Incertitudes
 4. Dommages héréditaires dus à de faibles doses
 5. Irradiation dans le ventre maternel
 6. Résumé: atteintes à la santé en cas de faibles doses

1. Le rayonnement peut nuire à la santé

Même de faibles doses de rayonnement peuvent causer des tumeurs et des leucémies par mutation des gènes. Les troubles se manifestent avec un retard relativement important, dit temps de latence. Une dose plus forte accroît la probabilité de la maladie mais non sa gravité. Ainsi les doses inférieures à un certain niveau ne sont pas absolument sans danger.

Seules des doses élevées (doses-seuils) tuent un si grand nombre de cellules que des dommages apparaissent dans les heures ou dans les jours qui suivent l'irradiation (dommages immédiats). Ce peuvent être des rougeurs ou la perte des cheveux. En cas de dose extrême, la destruction des cellules aboutit à la paralysie d'organes entiers, ce qui peut entraîner la mort. Dans ce type d'atteinte, la gravité du mal augmente avec la dose. Il n'y jamais de dommages immédiats avec les doses imputables au rayonnement naturel, à l'exploitation d'installations nucléaires ou au diagnostic médical. Des dommages tardifs sont possibles, mais la faible dose fait qu'ils sont très rares.

La contamination peut également être due à des substances radioactives parvenues dans le corps, que ce soit par inhalation, par ingestion avec la nourriture, par intrusion dans le réseau sanguin au travers d'une blessure ou par simple dépôt sur la peau. Des tissus différents seront atteints en fonction de la manière dont ces substances ont abouti dans le corps humain ou à sa surface. Ainsi l'inhalation de radioactivité touche les muqueuses nasales, le larynx, les bronches et les poumons. Un radionucléide qui parvient dans le métabolisme va se comporter comme un nucléide stable non radioactif et participer ainsi aux processus biochimiques à l'intérieur du corps. Il peut s'accumuler dans un organe donné, ce qui se traduira par une dose locale. Ainsi l'iode radioactif s'accumule de préférence dans la glande thyroïde. A partir de la radioactivité absorbée par le corps, on peut déterminer la dose affectant une personne au moyen des méthodes de calcul et des facteurs figurant dans l'ordonnance sur la radioprotection.

2. Le problème des faibles doses

L'irradiation accroît le nombre de détériorations d'une cellule vivante, détériorations qui apparaissent aussi dans le cycle de vie naturel d'une cellule. Les faibles doses ne provoqueront qu'un petit nombre de détériorations supplémentaires, difficiles à distinguer de celles qui sont naturelles.

Il est difficile, voire impossible de trouver les détériorations d'une cellule causées par de faibles doses de rayonnement. Par rapport à celles qui apparaissent sans cela, leur nombre est modeste.

Dans les milieux spécialisés, une dose ne dépassant pas 200 mSv (millisievert) est qualifiée de « faible ». A titre de comparaison, les personnes exposées professionnellement ne doivent pas subir plus de 20 mSv par année. L'irradiation naturelle à laquelle chacun est exposé en Suisse représente environ 4 mSv par année. Quant à la dose effective due à la radiographie du buste, elle avoisine 0,05 mSv.

Comment déterminer le risque imputable à une faible dose? La seule possibilité est d'observer les effets de doses élevées et d'en inférer ceux de faibles doses. On se sert pour cela de modèles physiques, mathématiques et biologiques. Les principales observations concernant les effets de hautes doses de radiations ont été faites sur des survivants des bombes atomiques au Japon, où l'on a relevé les types de cancer qui apparaissent en présence d'une dose déterminée de radiations. Mais les habitants d'Hiroshima et de Nagasaki ont subi des doses nettement plus élevées que celles auxquelles s'exposent des personnes dans l'exercice de leur profession. Seuls les modèles mentionnés permettent de calculer les conséquences auxquelles ces dernières doivent s'attendre. On obtient alors un petit nombre de cancers prévisibles en cas de faibles doses reçues pendant assez longtemps, mais sans que cela puisse être prouvé. En outre, si une dose déterminée est accumulée pendant une période plus longue, son effet sur l'organisme sera moindre. Le calcul doit tenir compte de ce facteur aussi.

L'enquête relative aux victimes japonaises de la bombe atomique permet une évaluation fondée du risque imputable à des doses se situant entre 500 mSv et 2 500 mSv. Elle démontre un accroissement statistique du nombre de cancers mortels lorsque la dose est supérieure à environ 50 mSv.

Dans des enquêtes de grande envergure, on a étudié les dommages subis par des collaborateurs d'installations nucléaires en Angleterre, aux USA et au Canada exposés aux radiations. **Ces recherches menées sur une base très large n'ont révélé aucune relation entre la dose reçue et l'apparition de tumeurs et de leucémies.**

3. Incertitudes

En l'état actuel des connaissances sur l'apparition du cancer, on ne peut pas se prononcer avec certitude sur l'effet d'une faible dose d'irradiation. Jusqu'à une dose de 200 mSv, une description fondée de ses effets est presque impossible ; or c'est là que se situe la plage importante dans la pratique.

L'incertitude s'accroît du fait que, dans ce domaine, les personnes jeunes sont plus vulnérables que les personnes âgées. Il existe aussi des différences d'un sexe à l'autre; les femmes semblent être plus sensibles aux radiations que les hommes. Mais la faculté de l'organisme de gérer de faibles dommages de ce type peut également varier d'une personne à l'autre. Or les données sur le risque pratique sont généralement des moyennes.

En Suisse, 25 à 30 % de la population meurent du cancer. La maladie est causée par les habitudes de vie, par l'environnement et par l'irradiation naturelle. Les petites doses artificielles subies déterminent un accroissement théorique se situant dans la fourchette des variations naturelles et qui n'apparaît pas dans les statistiques.

4. Dommmages héréditaires dus à de faibles doses

A ce jour, rien n'indique que des dommages dus à l'irradiation puissent être transmis par les parents aux enfants.

Des recherches relativement récentes, conduites sur des enfants de victimes de la catastrophe de Tchernobyl ayant reçu des doses d'env. 500 mSv et davantage, ont révélé des modifications des « DNS-satellites ». Il s'agit de certains segments du matériel génétique, dont les parties touchées ne contiennent toutefois pas de gènes. Les enfants en question n'ont pas eu de problèmes de santé jusqu'ici.

5. Irradiation dans le ventre maternel

Le fœtus est estimé présenter une sensibilité aux rayonnements 2 à 3 fois plus élevée que celle de l'enfant après la naissance. Les conséquences (nature, ampleur) d'une irradiation dépendront de la phase de la grossesse. La période la plus délicate pour le cerveau (risque de déficience mentale) s'étend de la 8^e à la 15^e semaine. Il est admis que des dommages n'apparaissent qu'à partir d'une dose se situant entre 120 et 200 mSv.

6. Résumé: atteintes à la santé en cas de faibles doses

La radioprotection pratique s'appuie sur des valeurs moyennes. Le risque de contracter un cancer imputable à l'irradiation est de 1,5 % par 1 000 mSv. Le risque de décéder d'un tel cancer est estimé à 5 % par 1 000 mSv. Ainsi, sur 10 000 personnes ayant subi une dose de 10 mSv, on aura théoriquement 5 décès imputables au cancer. Sachant que la mortalité du cancer naturel en Suisse est de 25 - 30 %, il faut admettre que sur ces mêmes 10 000 personnes, il y aura entre 2 500 et 3 000 décès sans irradiation supplémentaire. Les moyennes sont issues d'études de cas où des doses élevées ont agi en peu de temps. Le risque est nettement moindre lorsque la dose est beaucoup plus faible ou qu'elle est subie pendant une longue période. **Ainsi toute relation statistique entre faibles doses et maladie du cancer est exclue.**

Surveillance et contrôle

- Aperçu
1. Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN)
 2. La section Energie nucléaire (KE) de l'Office fédéral de l'énergie
 3. CSA

1. Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN)

La Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) est l'autorité fédérale de surveillance de la sécurité nucléaire et de la radioprotection dans les installations nucléaires. C'est une institution à caractère technique et scientifique qui fait partie du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC). Elle a son siège à Würenlingen (AG).

Domaines de surveillance et d'intervention de la DSN

- La DSN exerce sa surveillance dès la conception des installations nucléaires jusqu'à leur désaffectation, en passant par la construction et l'exploitation, sans oublier l'évacuation des déchets radioactifs.
- En plus des installations nucléaires, la DSN surveille aussi les transports de substances radioactives à partir de ces installations et vers elles.
- La DSN analyse les actes préparatoires de la réalisation de dépôts souterrains en profondeur pour les déchets radioactifs, par exemple les forages exploratoires, les études géophysiques, etc.
- Il lui incombe aussi de surveiller les installations de recherche nucléaire (réacteurs de recherche, dépôt intermédiaire fédéral, etc.) de l'institut Paul-Scherrer (PSI) ainsi que de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et de l'Université de Bâle.
- Au sein d'une organisation qui couvre tout le pays, la DSN exerce une fonction directrice dans la préparation des mesures à prendre en situation d'urgence.
- Dans le domaine de la sécurité nucléaire et de la radioprotection, elle lance, encourage, finance et suit des projets de recherche à l'échelon national et international.

Systèmes normatifs et expertise

- La DSN fixe les exigences auxquelles doit satisfaire la sécurité nucléaire en Suisse en les inscrivant dans des lois, dans des ordonnances et dans ses propres directives.
- Elle analyse les projets soumis à une procédure d'autorisation.
- Dans son domaine, elle se tient informée de l'état de la science et de la technique reconnu et confirmé au plan international.

- Elle informe le public, le parlement, l'administration et les médias sur son activité et sur la sécurité dans les installations nucléaires; elle informe de manière objective, correcte, franche et sans retard.

Pour remplir sa tâche, la DSN accomplit régulièrement des inspections dans les installations nucléaires et discute avec les exploitants, dans des entretiens techniques, sur les sujets déterminants, les projets et les travaux. Préalablement à toute modification importante, dans l'optique de la sécurité, touchant l'installation et les documents d'exploitation, l'exploitant doit faire procéder à un examen approfondi et obtenir un permis d'exécution écrit de la DSN. En outre, il est tenu d'informer l'autorité à intervalles réguliers sur l'exploitation et la sécurité de l'installation en lui fournissant des rapports mensuels et annuels ainsi que des rapports techniques. Par ailleurs, la DSN procède à ses propres mesures de la radioactivité à l'intérieur des installations et dans leurs alentours. La somme des informations recueillies lui permet de se faire une idée objective de la sécurité des installations nucléaires et de vérifier en tout temps que les prescriptions et conditions édictées par les autorités sont respectées.

Pour plus d'informations: www.hsk.psi.ch

2. La section Energie nucléaire (KE) de l'Office fédéral de l'énergie

La section Energie nucléaire (KE) de l'Office fédéral de l'énergie:

- est l'autorité de surveillance de la sûreté (protection contre le sabotage) des installations et matériels nucléaires. Elle cerne les dangers potentiels et formule les exigences de sûreté qui en découlent, et elle en vérifie le respect dans les installations nucléaires. Conjointement avec d'autres services fédéraux, elle suit en outre les menaces qui se dessinent au plan national et international;
- assure le contrôle national du combustible nucléaire et sa comptabilité, comme le veulent le traité de non-prolifération des armes nucléaires et l'accord bilatéral passé entre la Suisse et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA); elle coordonne et accompagne les inspections de l'AIEA;
- s'appuyant sur le traité de non-prolifération des armes nucléaires et sur les directives du Groupe des pays fournisseurs nucléaires (Nuclear Suppliers Group NSG) ainsi que sur l'expertise technique accomplie par la DSN, elle accorde les autorisations de transport et d'importation/exportation de matériels nucléaires et évalue, en qualité d'autorité technique compétente, les demandes d'exportation d'équipements nucléaires.

3. CSA

La Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires (CSA), organe consultatif du Conseil fédéral et du DETEC, est rattachée administrativement à l'OFEN.

La CSA

- préavise sur les demandes d'autorisation générale, de construction, d'exploitation ou de modification concernant des installations nucléaires et se prononce sur les rapports d'expertise de la DSN à ce sujet;
- suit l'exploitation d'installations nucléaires en Suisse et à l'étranger dans l'optique de la sécurité nucléaire;
- se prononce sur l'adoption et la modification d'actes législatifs dans le domaine de la sécurité nucléaire;
- étudie des questions fondamentales de sécurité des installations nucléaires et peut recommander des mesures propres à l'améliorer.

Protection d'urgence

- Aperçu:
1. OIR : les services centraux et leurs tâches
 2. Mesures de protection
 3. Moyens de mesurage

Le fonctionnement sûr des installations nucléaires est l'objectif suprême des exploitants et de l'autorité de surveillance. Pourtant un accident n'est jamais tout à fait exclu. C'est pourquoi des mesures préventives sont prises, touchant la construction et l'exploitation, et la planification d'urgence est préparée dans tous les détails.

En cas d'événements au cours desquels la population et l'environnement subiraient ou risqueraient de subir une radioactivité accrue, l'organisation d'urgence entre en action. C'est en premier lieu l'**Organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OIR)**, qui relève de la Confédération, ainsi qu'un certain nombre de services et d'organismes fédéraux et cantonaux.

1. OIR : les services centraux et leurs tâches

La **Centrale nationale d'alarme (CENAL)** à Zurich est le service spécialisé de la Confédération pour les événements exceptionnels, notamment en rapport avec la radioactivité. Son service de piquet assure une permanence qui peut être appelée en tout temps. La CENAL est chargée d'évaluer le risque radiologique et d'assurer la protection de la population. Avec l'organisation de prélèvement et de mesurage de l'OIR, elle mesure la radioactivité sur tout le territoire suisse pour en évaluer le risque éventuel. Le cas échéant, elle informe les autorités et ordonne l'alarme de la population.

Le **Comité directeur radioactivité (CODRA)** de la Confédération réunit tous les directeurs des offices fédéraux concernés. En font partie :

- l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) ;
- l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) ;
- l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) ;
- l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) ;
- l'Office vétérinaire fédéral (OVF) ;
- l'Office fédéral des transports (OFT) ;
- l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) ;
- la Direction du droit international public (DIP) ;

- le Secrétariat d'Etat à l'économie (Seco) ;
- MétéoSuisse (MCH) ;
- l'Etat-major général (EMG) ;
- la Direction générale des douanes (DGD) ;
- la Chancellerie fédérale (ChF) ;
- les représentants de deux cantons.

Le CODRA apprécie la situation générale et propose au Conseil fédéral de prendre des mesures politiques, au sujet desquelles celui-ci décide.

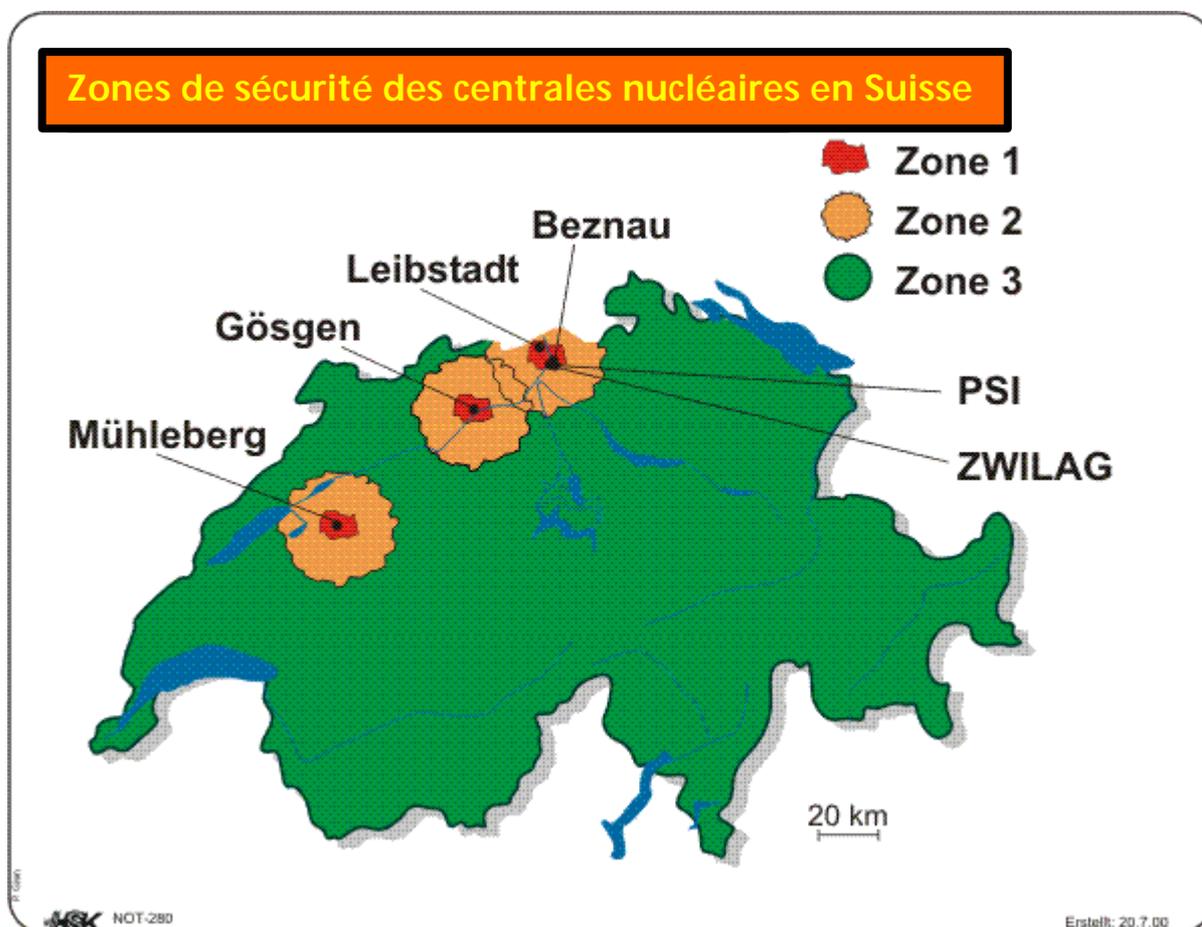
La **Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN)** est l'autorité fédérale de surveillance de la sécurité nucléaire et de la radioprotection dans les installations nucléaires (voir fiche d'information « Surveillance et contrôle des centrales et des combustibles nucléaires »). La DSN évalue les mesures prises par l'exploitant et peut de son côté formuler des recommandations et ordonner des mesures. Elle est à la disposition, à titre d'organe consultatif, de l'OIR et plus spécialement du CODRA et de la CENAL.

2. Mesures de protection

Autour de chaque centrale nucléaire, on distingue deux zones distinctes : la zone 1 est formée du territoire compris dans un rayon de trois à cinq kilomètres de l'installation. Elle est entourée de la zone 2, qui a un rayon d'une vingtaine de kilomètres. Il est prévu des interventions particulièrement rapides dans ces deux zones, telles que l'information des autorités et l'alarme de la population. Les principales mesures de protection au cours de la phase aiguë consistent à :

- rester dans les maisons, se retirer dans les caves ou les abris,
- prendre des tablettes d'iode.

Les zones 1 et 2 sont divisées en six secteurs de 120° qui se recouvrent partiellement (esquisse ci-après). Lorsque les vents le permettent, l'alarme peut ainsi s'adresser à une région spécifique.



A l'extérieur de la zone 2, le territoire national constitue la zone 3. Selon toute probabilité, il n'est pas nécessaire d'y prendre des mesures (envoyer la population dans les caves ou dans les abris et lui demander d'ingurgiter des tablettes d'iode) pour protéger la population au passage d'un nuage radioactif. Toutefois, en cas d'accident radiologique, il faudrait peut-être restreindre la consommation d'aliments dans de larges portions du territoire suisse.

Pour que les mesures de protection puissent être réalisées à temps, il faut informer rapidement les autorités et la population. L'information est diffusée selon un schéma bien défini, vérifié dans des exercices d'urgence accomplis à intervalles réguliers.

En cas d'accident dans une centrale nucléaire, celle-ci informe sans délai l'autorité de surveillance (DSN) et la CENAL. S'il y a risque de fuite radioactive dans l'environnement, des sirènes retentissent, invitant la population à écouter la radio. Des directives de comportement et des avis officiels seront communiqués ainsi.

3. Moyens de mesurage

Dans la zone 1, c'est-à-dire dans un rayon de cinq kilomètres environ autour d'une centrale nucléaire, la DSN entretient un réseau d'appareils qui mesurent la radioactivité toutes les 10 minutes. En présence d'une valeur excédant les variations naturelles, l'alarme est déclenchée. L'information va aussi bien à la DSN qu'à la CENAL.

La CENAL de son côté entretient un réseau d'appareils répartis dans tout le pays, mesurant la radioactivité au même rythme, et qui peut également déclencher l'alarme. D'autres réseaux de mesurage, par exemple pour l'analyse de l'air, appartiennent à la section Surveillance de la radioactivité de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

Des moyens supplémentaires (p.ex. laboratoire mobile, hélicoptère) sont disponibles lorsque des mesurages plus fins sont requis pour décider d'intervenir.

Protection contre le sabotage et le terrorisme

- Aperçu:
1. Mesures de sûreté
 2. Protection contre la chute d'aéronefs

1. Mesures de sûreté

Des mesures dites de sûreté sont prises dans les installations nucléaires suisses pour empêcher que la sécurité nucléaire soit mise en péril par des interventions illicites (p.ex. des actes de terrorisme) ou que des substances radioactives soient volées.

Les mesures de sûreté touchent les bâtiments, les équipements techniques, l'organisation, la composition du personnel et l'administration de l'installation nucléaire.

Pour ce qui est des bâtiments et des équipements techniques, la sûreté repose sur des protections échelonnées dans l'espace. Un agresseur se verrait confronté à plusieurs barrières successives, dont la résistance croît de l'extérieur vers l'intérieur de l'installation nucléaire.

Au plan du personnel, la sûreté est assurée par une garde d'exploitation en uniforme, armée et dont l'intervention éventuelle se déroulerait en étroite coordination avec la police cantonale.

Les mesures administratives pour la sûreté comprennent des réglementations du droit d'accès à l'installation, le contrôle des personnes, des véhicules et des matériels qui se présentent à l'entrée, ainsi que des examens destinés à vérifier, pour certaines catégories de personnels, que leurs membres sont dignes de confiance.

Les mesures administratives de sûreté sont liées à la menace déterminante, définie par l'autorité de sûreté. La gravité de la menace dépend de la situation internationale (actes de terrorisme et d'extrémisme accompagné de violences), de la situation spécifique de la Suisse sur ce plan et de l'ampleur de l'atteinte potentielle aux objets à protéger. Il est tenu compte de l'état des techniques d'agression, mais aussi du comportement possible des agresseurs.

Un groupe de travail a été institué après le 11 septembre 2001, chargé de suivre l'évolution de la menace qui pèse sur les installations nucléaires et d'en déterminer les effets potentiels dans le domaine de la sûreté de ces installations. Sous l'égide de la section Energie nucléaire de l'Office fédéral de l'énergie, ce groupe réunit des représentants de l'Office fédéral de la police, du Service d'informations stratégiques ainsi que de la Division principale de la sécurité des installations nucléaires.

Au plan international, la Suisse participe, au sein d'un groupe de pays européens, à l'échange périodique d'informations portant sur la situation générale et sur les mesures prises par chaque pays dans le domaine de la protection des installations nucléaires contre le sabotage. De leur côté, des contacts bilatéraux avec les autorités étrangères permettent de comparer les mesures de sûreté prises par la Suisse et de les apprécier à l'aune internationale.

2. Protection contre la chute d'aéronefs

Après les attentats du 11 septembre 2001, la Division principale de la sécurité des installations nucléaires a demandé aux exploitants une analyse approfondie de la résistance de ces installations en cas d'attaque aérienne ciblée.

Le groupe d'experts mis en place par les centrales a examiné les principales caractéristiques d'une telle agression. Dans son appréciation, il a pris en compte tous les avions commerciaux en service dans le monde, leur poids, la quantité de carburant embarqué, la vitesse d'attaque et les autres conditions d'approche. A partir de ces données, les experts ont étudié les conséquences éventuelles d'une chute pour l'intégrité structurelle et la stabilité des éléments de construction qui déterminent la sécurité des centrales nucléaires suisses. L'accent a été mis sur les effets du choc et d'un brasier. Il s'agissait d'examiner également si les objectifs de protection des réacteurs pourraient encore être tenus après une telle agression. Ces objectifs sont les suivants:

- déconnexion sûre de l'installation
- évacuation sûre de la chaleur du circuit du réacteur
- confinement de la radioactivité.

Il ressort de ces calculs qu'un avion de ligne heurtant une centrale nucléaire serait presque entièrement détruit et que le choc maximal ne serait imputable qu'à certains débris isolés. Tant les expériences auxquelles on a procédé que les calculs faits confirment en outre que la protection des centrales contre la chute d'un avion nécessite en fait des murs moins épais que supposé jusqu'ici sur la base d'analyses prudentes. Ainsi les installations les plus récentes (Gösgen, Leibstadt) apparaissent comme étant pratiquement invulnérables. Quant aux unités plus anciennes de Beznau et de Mühleberg, elles présentent également un degré de protection élevé, notamment du fait des systèmes d'urgence dont elles ont été équipées après coup, avec une enveloppe massive conçue pour résister à la chute d'un avion.

La DSN vérifie actuellement les enquêtes accomplies par les exploitants et elle doit en référer au Conseil fédéral au printemps 2003. Le détail des méthodes employées et des résultats obtenus sera toutefois tenu secret pour prévenir le sabotage. La DSN entretient d'étroits contacts avec les autorités et groupes d'experts d'autres pays, avec lesquels elle discute les analyses, les résultats obtenus et les interventions possibles.