

Voyage d'information du Forum nucléaire suisse en Suède et en Finlande, du 14 au 16 août 2014

Dossier de presse Finlande

Sommaire

Alimentation en énergie électrique de la Finlande	2
Centrales nucléaires en Finlande	2
Le réacteur à eau sous pression EPR à Olkiluoto	4
L'entreposage en Finlande	5
Dépôt en couches géologiques profondes en Finlande	6
Tableau comparatif Suisse – Finlande	8



Centrale nucléaire de Loviisa (Photo: Fortum)

Thème: Alimentation en énergie électrique de la Finlande

Comparée à la plupart des autres pays occidentaux, la Finlande est une très grosse consommatrice d'énergie. Ceci tient à la structure grosse consommatrice d'énergie de l'industrie finlandaise, au haut niveau de vie, au climat froid et aux grandes distances. Tout comme la Suisse, la Finlande dépend également fortement d'importations d'énergie: en 2012, le pays a importé 49% de l'énergie totale consommée (Suisse: 81%).

L'électricité joue un rôle central dans l'alimentation en énergie du pays. En 2013, la consommation nationale des quelque 5,4 millions d'habitants a atteint 83,9 térawatts-heures (Suisse: 63,8 térawattheures pour 8,1 millions d'habitants). La consommation d'énergie électrique par habitant en Finlande est donc pratiquement le double de celle de la Suisse. 47% de l'électricité ont été consommés par l'industrie (Suisse: 31,6%), et de nombreux foyers finlandais chauffent leur logement avec de l'électricité.

Le scénario le plus récent du ministère finlandais du Commerce et de l'Industrie prévoit que d'ici à 2020 la consommation continuera de croître sensiblement pour atteindre quelque 94 térawattheures. De plus, une part très importante des capacités des centrales thermiques à combustible fossile doit être renouvelée dans un avenir proche.

La production d'électricité finlandaise s'appuie actuellement sur un large mix d'énergies: près de 27% de l'électricité est produite par des centrales nucléaires (Suisse: près de 36%), près de 24% par la combustion de gaz naturel, de charbon, de tourbe et de pétrole, 15% par des centrales hydrauliques et près de 14% à partir de la biomasse et de l'incinération des ordures. Près de 19% des besoins en énergie électrique ont été importés l'an dernier, essentiellement de Suède et dans une plus faible mesure d'Estonie, de Norvège et de Russie. Le potentiel de l'énergie éolienne est relativement restreint en Finlande du fait de conditions de vent particulièrement défavorables. La production d'électricité solaire représentait l'an dernier 1% de l'électricité consommée.

Informations sur la production d'énergie en Finlande, voir site: www.tem.fi → Version en langue anglaise

Thème: Centrales nucléaires en Finlande

La première centrale nucléaire de Finlande a été mise en service commercial en 1977 à Loviisa, à près de 100 km à l'est d'Helsinki. Une deuxième tranche a été réalisée peu après sur le même site et a été mise en service commercial en 1981. Il s'agit de deux réacteurs à eau sous pression de 488 MW de type soviétique WWER-440, qui ont été équipés dès le départ d'une technique de sécurité occidentale et de bâtiments de protection. Les tranches Loviisa 1 et 2 sont exploitées par Fortum Power and Heat Oy, entreprises à participation d'État majoritaire.

Le site d'Olkiluoto est équipé de deux réacteurs à eau bouillante d'origine suédoise (AB Asea Atom, aujourd'hui Westinghouse Atom AB). Ces deux tranches ont respectivement commencé leur exploitation commerciale en 1979 (Olkiluoto 1) et en 1982 (Olkiluoto 2). Elles sont la propriété de Teollisuuden Voima Oyj (TVO), qui délivre l'électricité produite à ses actionnaires au prix coûtant. La puissance unitaire de ces deux réacteurs a été progressivement augmentée de 660 MW à 880 MW aujourd'hui en plusieurs étapes de modernisation.



Vue d'ensemble de la répartition géographique des centrales nucléaires en Scandinavie et dans les territoires voisins.

La mise en service des centrales nucléaires a permis l'arrêt d'anciennes centrales thermiques consommant du combustible fossile. La part d'énergie électrique produite par des centrales thermiques au charbon s'est donc sensiblement réduite en Finlande au début des années 1980. Ce pourcentage n'était plus que de 1,8% en 2013.

Les travaux de terrassement pour la réalisation de la cinquième centrale nucléaire du pays (Olkiluoto 3) ont commencé en février 2004, tandis que la première pierre était officiellement posée le 12 septembre 2005. Olkiluoto 3 représente le premier réacteur à eau sous pression (EPR) réalisé dans le monde; sa puissance électrique est d'environ 1600 MW.

Le 1^{er} juillet 2010, les 200 élus du Parlement finlandais ont approuvé deux des trois projets de construction de nouvelles centrales nucléaires (respectivement par 120 voix contre 72 et par 121 voix contre 71). Depuis ces deux décisions de principe positives, TVO et Fennovoima Oy disposent d'un délai de cinq ans pour déposer une demande de permis de construire concernant leur projet.

TVO prévoit de réaliser une quatrième tranche sur le site d'Olkiluoto, tandis que Fennovoima a porté son choix sur le site de Pyhäjoki, dans la presqu'île d'Hanhikivi. Fennovoima a procédé à plusieurs modifications depuis sa demande d'origine en date de 2010, notamment en ce qui concerne le type de réacteur – un réacteur à eau sous pression avancé de la toute dernière conception russe –, ainsi que la structure de propriété. L'entreprise a donc demandé au gouvernement début 2014 qu'il lui confirme la conformité de son projet avec la loi sur l'énergie nucléaire en vigueur. De son côté, Fennovoima a remis entre autres un rapport de sécurité ainsi qu'une étude d'impact environnemental, et a conclu plusieurs contrats de fourniture. En raison des retards pris pour Olkiluoto 3, TVO a récemment demandé une prolongation du délai pour sa demande de permis de construire concernant Olkiluoto 4.

Informations sur l'énergie nucléaire en Finlande, voir site: www.tem.fi → Version en langue anglaise
Autres informations sur l'énergie nucléaire, voir site: www.nuclearplanet.ch

Thème: **Le réacteur à eau sous pression EPR à Olkiluoto**

L'EPR est une centrale nucléaire avancée de troisième génération (les centrales nucléaires suisses font partie, comme la plupart des installations nucléaires en service actuellement dans le monde entier, de la deuxième génération). L'EPR est le résultat de la poursuite du développement des réacteurs à eau sous pression français N4 et des centrales nucléaires allemandes «Konvoi» mises en service entre 1988 et 1999. Par cet aspect évolutif, l'EPR a bénéficié des expériences pratiques de milliers d'années d'exploitation de réacteurs en Allemagne et en France. Il a en outre été tenu compte des résultats de décennies de recherches sur la sécurité menées dans les deux pays. L'EPR a été développé à partir de 1993 par Framatome (France, aujourd'hui part du groupe Areva) et de Siemens (Allemagne).

Par le développement de l'EPR, la probabilité déjà très faible d'occurrence d'un accident majeur avec fusion du cœur a encore été réduite. Les systèmes de sécurité ont été étendus et le bâtiment du réacteur a été doté d'une deuxième enceinte de béton extrêmement robuste. Il a été prévu à l'intérieur du bâtiment du réacteur un récupérateur de surface étendue dans lequel le cœur fondu ou corium pourrait être plus efficacement refroidi en cas de fusion accidentelle. Même dans ce cas hypothétique, les effets seraient limités à la centrale elle-même et il ne serait pas émis de quantités inadmissibles de matières radioactives dans l'environnement.

L'EPR se caractérise également par des coûts de production d'électricité très faibles et nécessite moins d'uranium par kilowattheure produit que ses prédécesseurs. Il est conçu pour être exploité durant 60 ans.

En janvier 2002, le gouvernement finlandais prenait la décision de principe d'approuver la réalisation d'une centrale nucléaire et des installations de traitement des déchets associées. Le gouvernement justifiait entre autres sa décision positive par le fait que le projet

- était d'importance fondamentale pour l'approvisionnement de la Finlande en électricité;
- contribuait avec les programmes d'économie d'énergie et le développement d'énergies renouvelables au respect des obligations de protection du climat auquel s'était engagé le pays.

Le Parlement ratifiait cette décision en mai 2002 par 107 voix contre 92. A la suite de cela, TVO a lancé un appel d'offres international pour la construction d'une nouvelle centrale nucléaire. Le site d'Olkiluoto était choisi en octobre 2003. En décembre 2003, TVO s'est prononcé en faveur de l'EPR d'Areva/Siemens et a déposé sa demande de permis de construire en janvier 2004. Un mois plus tard, les travaux d'excavation de la fosse du chantier commençaient à Olkiluoto. Le 17 février 2005, le gouvernement finlandais accordait le permis de construire. Les travaux de construction effective ont commencé en août 2005, tandis que la pose formelle de la première pierre a eu lieu le 12 septembre 2005.

L'EPR d'Olkiluoto est le premier réacteur de ce type construit dans le monde. Il s'agit donc de ce fait d'un projet dit «First of its kind» (premier de ce type). Il a été entre-temps lancé la construction de quatre autres EPR au total: la construction a commencé en décembre 2007 sur le site français de Flamanville, tandis que deux autres tranches sont en cours de réalisation depuis la fin 2009 à Taishan (Chine). Ces projets de nouvelles constructions lancées plus tard profitent donc de l'expérience acquise lors de la réalisation des installations déjà plus avancées, avec optimisation des processus. C'est ainsi que les deux tranches réalisées en Chine pourraient être couplées au réseau après une durée de chantier de construction nettement plus courte comparée à Olkiluoto 3.

Informations sur l'EPR: www.aveva.com

Informations sur TVO et Olkiluoto 3, voir site: www.tvo.fi → Version en langue anglaise (avec images d'archives)

Thème: L'entreposage en Finlande

Entreposage d'assemblages combustibles usés (Interim Storage Facility) à Olkiluoto

L'«Interim Storage Facility for Spent Fuel», autrement dit la fonction de stockage intermédiaire du combustible usé, sert à l'entreposage provisoire des assemblages combustibles usés retirés des deux tranches en service à Olkiluoto. L'entrepôt de stockage en surface a été mis en service en 1987.

Après retrait des assemblages combustibles usés du réacteur, ceux-ci restent pendant deux à trois ans dans la piscine de refroidissement de la centrale nucléaire. Ils vont perdre au cours de cette période plus de 90% de leur radioactivité initiale. Ces assemblages combustibles usés sont ensuite transportés en conteneurs spéciaux vers «l'Interim Storage Facility» où ils seront entreposés provisoirement pendant quelques décennies. Au cours de cette nouvelle période, leur radioactivité et la puissance thermique dissipée auront suffisamment diminué pour permettre leur stockage en couches géologiques profondes.

Le conteneur de transport est plongé dans une piscine remplie d'eau à son arrivée à l'entrepôt afin de pouvoir être ouvert sous l'eau. Les assemblages combustibles usés sont alors transportés, toujours immergés, vers le bassin prévu pour leur entreposage. L'eau sert de protection contre le rayonnement ionisant et contribue simultanément au refroidissement.

Un entrepôt du même type existe à Loviisa. Les quatre tranches nucléaires en exploitation en Finlande (les deux réacteurs à eau sous pression de Loviisa et les deux réacteurs à eau bouillante d'Olkiluoto) produiront en quelque 60 années d'exploitation environ 4000 tonnes d'assemblages combustibles usés.

Informations sur la gestion des déchets en Finlande: voir site www.posiva.fi

Informations sur le thème de l'entreposage et la gestion des déchets radioactifs en Suisse: voir dossier sur la Suède, ou www.zwilag.ch



Presqu'île d'Olkiluoto: au premier plan, l'entrée du laboratoire souterrain d'ONKALO et en arrière-plan, la centrale nucléaire. (Photo: Posiva)

Thème: Dépôt en couches géologiques profondes en Finlande

Dépôt en couches géologiques profondes de déchets faiblement et moyennement radioactifs

La Finlande exploite sur le site même des deux centrales nucléaires deux dépôts en couches géologiques profondes pour la gestion des déchets de faible et moyenne radioactivité (DFMR): à Olkiluoto depuis 1992 et à Loviisa depuis 1997. Les analyses de la roche ont été entreprises à Olkiluoto en 1980. Deux silos sont actuellement en service: l'un pour les déchets faiblement radioactifs et l'autre pour les déchets moyennement radioactifs. Ils se situent à une profondeur comprise entre 60 et 100 m. Chaque silo présente un diamètre de 24 m et une profondeur de 34 m ce qui leur confère une capacité de près de 8000 m³. Une halle de 65 m de long relie les deux silos.

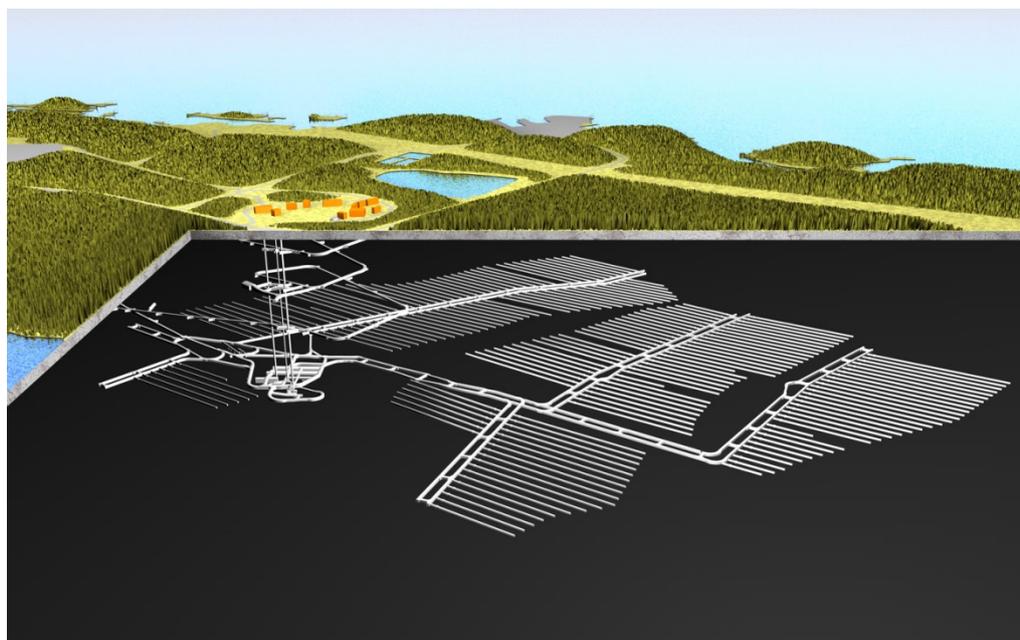
Les DFMR sont produits lors de l'exploitation des centrales nucléaires. Il s'agit en l'occurrence de résidus de filtres, de bâches de couverture en plastique, de vêtements de protection, d'outillage, etc. Il s'agit d'entreposer également sur le même site les matériaux qui résulteront de la déconstruction des centrales nucléaires. Les déchets faiblement et moyennement radioactifs issus de la médecine, de l'industrie et de la recherche sont également gérés à Olkiluoto.

Les déchets faiblement radioactifs sont conditionnés dans des fûts d'acier de 200 litres de contenance. Les fûts sont tout d'abord entreposés à proximité des deux centrales nucléaires. Avant leur descente en dépôt profond, ils font l'objet d'un compactage. Ce compactage réduit les volumes de près de 50%. Les fûts sont enfin stockés dans des conteneurs en béton du silo du dépôt profond.

Trois autres silos vont être réalisés ultérieurement pour le stockage des cuves et autres matériaux issus du futur démantèlement des deux réacteurs d'Olkiluoto.

Informations sur la gestion des déchets hautement radioactifs et es assemblages combustibles usés en Suisse: voir dossier sur la Suède, ou voir les sites

- www.bfe.admin.ch → Lien «Déchets radioactifs»
- www.nagra.ch



Modélisation du dépôt en couches géologiques profondes destiné aux déchets hautement radioactifs sur la presqu'île d'Olkiluoto. (Grafique: Posiva)

Dépôt en couches géologiques profondes pour déchets hautement radioactifs et laboratoire souterrain ONKALO

La Finlande a été le premier pays au monde à accorder un agrément général («Decision in principle») pour un dépôt en couches géologiques profondes destiné aux assemblages combustibles usés hautement radioactifs. Cet agrément général a été attribué par le gouvernement en décembre 2000 à Posiva Oy, la Nagra finlandaise. L'autorité de sûreté STUK et la commune d'implantation Eurajoki ont tout d'abord donné leur accord au projet. La décision gouvernementale a été approuvée en mai 2001 par le Parlement par 159 voix contre 3.

En mai 2010, le gouvernement finlandais a également approuvé par 14 voix contre 2 une demande de décision de principe pour l'extension du dépôt en couches géologiques profondes de Posiva Oy. Le Parlement a suivi l'avis du gouvernement en juillet 2010. Avec l'extension à 9000 t du dépôt profond, la capacité est également assurée pour les assemblages combustibles usés de la quatrième tranche nucléaire Olkiluoto 4 prévue.

Le site d'implantation de ce dépôt profond se situe également sur la presqu'île d'Olkiluoto. C'est là que devront être stockés à partir de 2022 environ les assemblages combustibles usés provenant des centrales nucléaires de Loviisa et d'Olkiluoto. Les conditions géologiques font tout d'abord l'objet d'une analyse de détail des conditions géologiques locales dans un laboratoire souterrain du nom d'ONKALO. Si toutes les conditions sont réunies, l'aménagement du laboratoire souterrain en dépôt profond commencera alors.

Les travaux de réalisation d'une galerie d'accès à partir de la surface ont commencé en juin 2004. Les travaux de percement du laboratoire souterrain ont été achevés en 2012. L'accès au laboratoire souterrain d'une longueur totale d'environ 5 km servira aussi ultérieurement d'accès au futur dépôt en couches géologiques profondes. La galerie d'accès a actuellement atteint la profondeur maximale fixée de 455 mètres. Le forage des trois puits horizontaux, deux pour la ventilation et un pour l'ascenseur du personnel, a été terminé au printemps 2014. On a utilisé ici le procédé «raise boring», qui consiste à tirer en montant la tête de forage à proprement parler le long d'un forage pilote effectué au préalable et plus étroit.

Des analyses portant sur l'aptitude de la roche et les techniques d'entreposage sont effectuées depuis fin 2012 sur une profondeur de 420 mètres environ. Le laboratoire permettra notamment de tester les techniques d'entreposage dans des conditions réelles avant la mise en dépôt des premiers conteneurs avec assemblages combustibles usés. La Finlande prévoit, tout comme la Suède, de conditionner les assemblages combustibles dans des enveloppes en acier et cuivre de près d'un mètre de diamètre qui seront ensuite stockées verticalement dans des forages d'environ 8 m de profondeur pratiqués dans le sol des galeries de stockage. Le volume vide entre les conteneurs et la roche sera rempli d'une bentonite, une cendre volcanique naturelle spécialement traitée, étanche à l'eau.

Posiva a déposé la demande de permis de construire du dépôt profond en décembre 2012. D'ici à 2022, la première partie des galeries de stockage devrait être prête pour l'entreposage des premiers éléments combustibles. Le dépôt accueillera les assemblages combustibles usés issus des quatre réacteurs actuellement en exploitation ainsi que des tranches Olkiluoto 3 et 4. Il présentera une capacité maximale de 9000 tonnes.

Informations ONKALO, voir site: www.posiva.fi

*Informations sur la **gestion des déchets hautement radioactifs et es assemblages combustibles usés en Suisse**: voir dossier sur la Suède, ou voir les sites*

– www.bfe.admin.ch → Lien «Déchets radioactifs»

– www.nagra.ch

Thème: Comparaison Suisse – Finlande

Point communs et différences des politiques de la Suisse et de la Finlande en matière d'énergie et de gestion des déchets radioactifs

	Suisse	Finlande
Centrales nucléaires	<ul style="list-style-type: none"> – 5 centrales nucléaires en service (puissance totale 2014: 3308 mégawatts) • 2 réacteurs à eau bouillante (Mühleberg, Leibstadt), • 3 réacteurs à eau sous pression (Beznau 1 et Beznau 2, Gösgen) – Consommation en 2013: 68,3 térawattheures – Part d'électricité nucléaire en 2013: 36,4% 	<ul style="list-style-type: none"> – 4 centrales nucléaires en service (puissance totale 2014: 2752 mégawatts) • 2 réacteurs à eau bouillante (Olkiluoto 1, Olkiluoto 2) • 2 réacteurs à eau sous pression (Loviisa 1, Loviisa 2), – un réacteur à eau sous pression en construction (Olkiluoto 3, EPR) – deux autres tranches nucléaires approuvées par le Parlement – Consommation nationale en 2013: 83,9 térawattheures – Part d'électricité nucléaire en 2013: 27%
Politique d'énergie nucléaire.	<ul style="list-style-type: none"> – Votation populaire de mai 2003: rejet de deux initiatives sur l'abandon du nucléaire avec une nette majorité – Février 2007: Le Conseil fédéral se prononce en faveur du remplacement des centrales nucléaires suisses. – Juin 2006: approbation par le Conseil fédéral des démonstrations de la faisabilité du stockage final pour toutes les catégories de déchets – 2008: présentation à la Confédération de trois demandes d'autorisation de nouvelles centrales nucléaires ; feu vert pour le plan sectoriel «Dépôt en couches géologiques profondes» – Mai 2011: le Conseil fédéral décide de sortir du nucléaire 	<ul style="list-style-type: none"> – 1993: le Parlement décline toute extension de l'énergie nucléaire – Mai 2002: le Parlement valide la décision de principe du gouvernement pour la réalisation d'une nouvelle centrale nucléaire. – Février 2004: début des travaux de terrassement pour la cinquième centrale nucléaire à Olkiluoto – Juillet 2010: le Parlement valide les décisions de principe du gouvernement sur la construction de deux autres centrales nucléaires et sur l'extension du dépôt profond
Retraitement	Moratoire de dix ans depuis le 1 ^{er} juillet 2006	Pas de retraitement
Concept de gestion des déchets	Stockage géologique en profondeur avec barrières techniques	Dépôt en couches géologiques profondes avec barrières techniques
	Fixation d'un agenda par étapes en vue de dépôts géologiques profonds	Phasage de la voie vers le dépôt en couches géologiques profondes
	Financement par les exploitants des centrales (couverture des coûts actuels et des provisions dans un fonds contrôlé par l'Etat)	Financement par les exploitants des centrales nucléaires (couverture des frais courants et provisions affectées à un fonds surveillé par l'Etat)
Géologie	Socle cristallin, couches sédimentaires épaisses, exploration partiellement complexe, limitation du choix de sites par la tectonique (Alpes et Jura)	Roche de base cristalline, pratiquement exempte de sédiments. Exploration aisée, de nombreux sites conviennent sur des zones étendues du pays
État d'avancement du concept de gestion	Entreposage dans les centrales nucléaires: Centre d'entreposage ZWILAG en service depuis 2001 à Würenlingen (stockage à sec)	Entreposage provisoire à proximité des centrales nucléaires (Entreposage humide)
	Dépôt profond pour déchets de faible et de moyenne activité: approbation en 1988 par le Conseil fédéral de la démonstration de la faisabilité. Plan sectoriel en cours pour le choix du site. Décision du Conseil fédéral sur le site prévue d'ici 2027. Mise en service en 2050 au plus tôt.	Deux dépôts profonds pour déchet faiblement et moyennement radioactifs (déchets d'exploitation) sur les deux sites de centrales nucléaires en exploitation depuis 1992 (Olkiluoto) et 1997 (Loviisa)
	Dépôt profond pour déchets de haute activité et combustible usé: approbation en 2006 par le Conseil fédéral de la démonstration de la faisabilité. Plan sectoriel en cours pour le choix du site. Décision du Conseil fédéral sur le site prévue d'ici 2027. Mise en service en 2060 au plus tôt.	Mai 2001: le Parlement valide la décision de principe du gouvernement pour un dépôt profond destiné aux déchets hautement radioactifs (DHR) sur le site d'Olkiluoto. Juillet 2010: le Parlement valide la décision de principe du gouvernement pour l'extension du dépôt profond
	Laboratoires souterrains en service du Grimsel (granite) dans le canton de Berne et du Mont Terri (argile) dans le canton du Jura	Le laboratoire souterrain «ONKALO» dédié aux DHR en exploitation, demande de permis de construire déposée pour le dépôt en profondeur sur le même site en 2012