

# DOSSIER DE PRESSE

## EPR EN FINLANDE : "OLKILUOTO 3"

Le premier réacteur de 3<sup>e</sup> génération  
en construction dans le monde



Contact Presse :  
Charles Hufnagel  
Tél. : 33.1.34.96.12.15  
[press@areva.com](mailto:press@areva.com)

Mai 2007

  
AREVA

# Sommaire

Page	
3	<b>Contexte énergétique</b>
3	<b>La situation finlandaise</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Consommation d'électricité</li><li>&gt; Mix-énergétique</li><li>&gt; Réduction des émissions de CO<sub>2</sub></li><li>&gt; Compétitivité de l'énergie nucléaire</li></ul>
7	<b>Olkiluoto 3</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Les termes du contrat</li><li>&gt; Dates-clés du projet</li></ul>
11	<b>Le réacteur de troisième génération EPR</b>
16	<b>L'EPR dans la compétition internationale</b>

## Contexte énergétique

### La situation finlandaise

La politique énergétique du gouvernement finlandais a comme objectif de "garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie à des coûts de production bas, tout en respectant ses engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto"<sup>1</sup>.

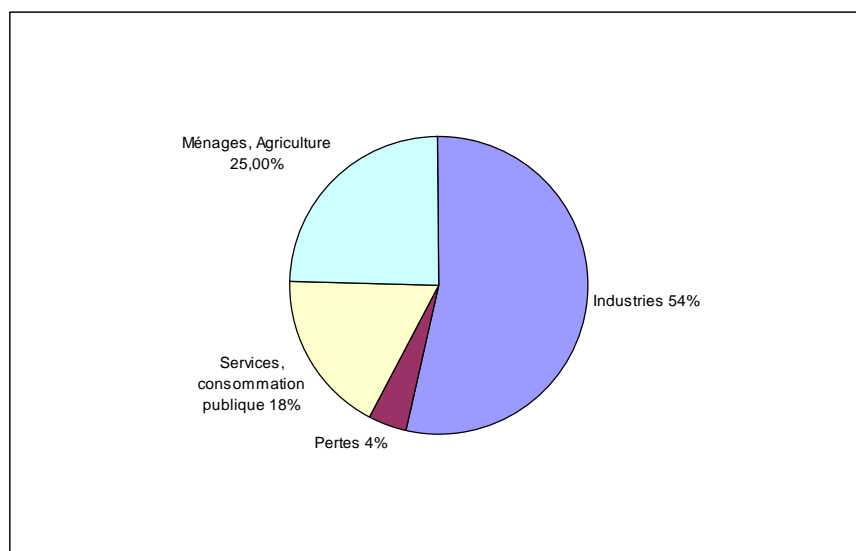
#### > Consommation d'électricité

En 2006, la Finlande a consommé près de 90 terawattheures (TWh) en 2006 et a enregistré une croissance de sa consommation électrique de 5,6%<sup>2</sup>.

Selon le ministère finlandais du commerce et de l'industrie, la consommation d'électricité devrait passer de 79,2 TWh en 2000 à 94,2 TWh en 2010, puis à 103,3 TWh en 2020.

Le secteur industriel finlandais compte nombre d'« électro-intensifs » (notamment de l'industrie papetière et le génie civil) ; sa part représentait 54% de la consommation globale en 2006. Cela se traduit par une forte demande d'électricité en fonctionnement de base qui, en 2006, a cru de 9,5%<sup>3</sup>.

#### Consommation électrique en 2006, 89.9 TWh



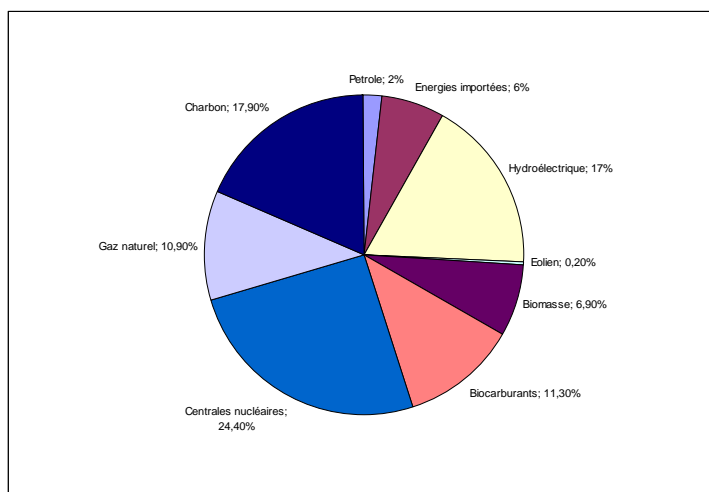
Source: Ministère Finlandais du Commerce et de l'Industrie (2006)

## > Mix-énergétique

La Finlande est dénuée de ressources fossiles : elle n'a ni charbon, ni pétrole, ni gaz naturel. Pauvre en capacités hydroélectriques, elle a importé 44% de ses besoins énergétiques<sup>4</sup> en 2006.

Nombre de capacités nouvelles vont être nécessaires pour satisfaire la demande croissante et compenser la mise à l'arrêt des centrales arrivant en fin de vie. La cogénération couvrira une partie des nouveaux besoins, mais ne sera pas suffisante. Pour respecter les engagements de réduction des gaz à effet de serre pris par le pays, un plus large recours au charbon est exclu<sup>5</sup>.

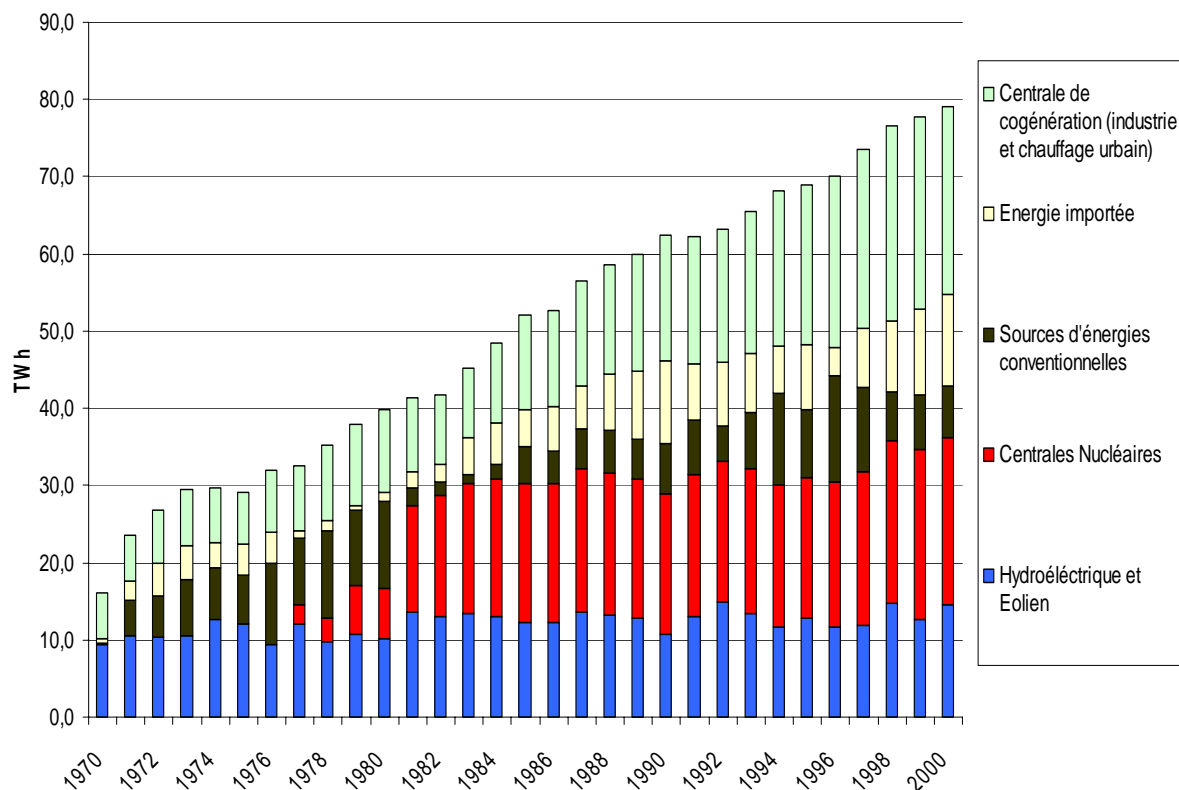
### Approvisionnement en électricité (2006)



Source : Ministère du Commerce et de l'Industrie, 2006

### Production d'électricité

Source : Finstat (2005)



## Le nucléaire en Finlande

- **Le nucléaire est le premier moyen de production d'électricité (24% de la production nationale).** La Finlande compte 4 réacteurs nucléaires en exploitation d'une capacité de production totale de 2656 MWe. Leur mise en exploitation commerciale est intervenue entre 1977 et 1982.
- Le site de Olkiluoto abrite 2 réacteurs à eau bouillante de 860 MWe, exploités par Teollisuuden Voima Oy (TVO). Ils ont été construits à l'origine par ABB, aujourd'hui Westinghouse Group.
- Sur le site de Loviisa ont été érigés deux réacteurs à eau pressurisée de conception russe VVER. D'une puissance de 488 MWe, ils sont exploités par la société Fortum Power & Heat Oy.

La Finlande a trouvé une solution technique et politique à la question des déchets nucléaires.

Les déchets de faible et moyenne activité seront stockés sur le site d'Olkiluoto (opérationnel depuis 1992) et de Loviisa (opérationnel depuis 1997).

Les combustibles usés (haute activité) sont destinés au stockage géologique dans un site dont la mise en service est prévue en 2020, à Olkiluoto. L'originalité de la démarche finlandaise réside dans la constance depuis deux décennies des discours et des campagnes d'informations du public sur le stockage géologique. Cette politique a renforcé le consensus sur le sujet et a largement contribué à la candidature des municipalités pour accueillir le site de stockage final.

### > Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

La Finlande et l'Union Européenne ont signé en 2002 les accords de Kyoto. La Finlande s'est alors engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre entre 2008 et 2012 pour retrouver un taux de rejet de CO<sub>2</sub> identique à celui de 1990. Les émissions de CO<sub>2</sub> sont cependant passées de 77 millions de tonnes en 1990 à 85,6 millions de tonnes en 2003<sup>6</sup>.

Le gouvernement mise sur le nucléaire, les énergies renouvelables et la maîtrise de la demande, pour atteindre cet objectif<sup>7</sup>.

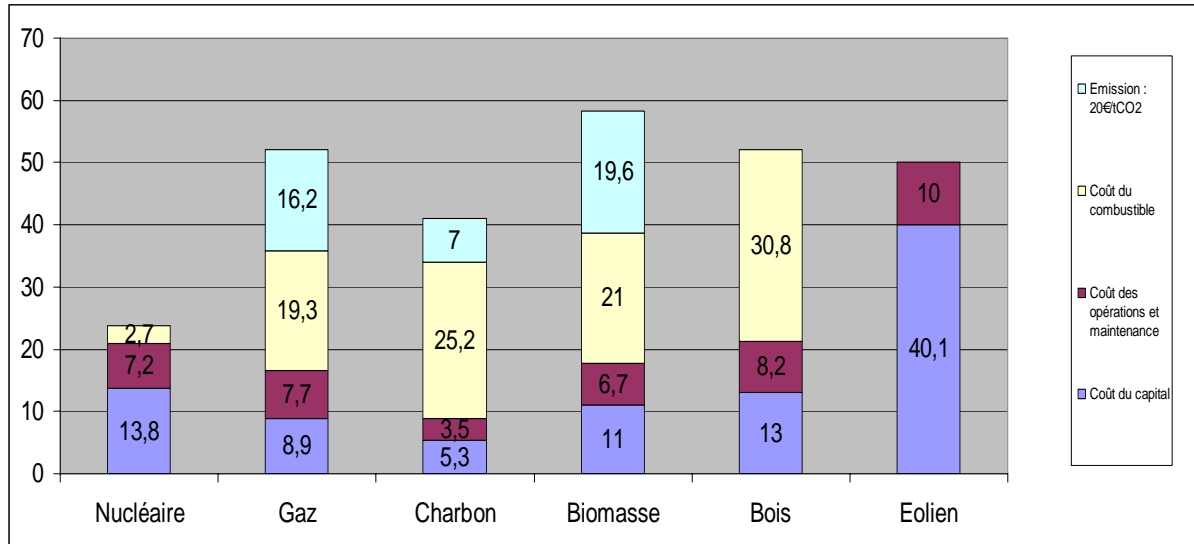
### > Compétitivité de l'énergie nucléaire

Dans le cadre du débat national sur l'énergie, l'Université de technologie de Lappeenranta a publié une étude de référence internationale sur la compétitivité des différents modes de production. Selon cette étude, le coût de l'électricité produite par l'énergie nucléaire est plus compétitif que celui des électricités fossiles, pour un fonctionnement de base de 8000 heures par an, soit un taux de disponibilité d'environ 90%. Cette étude, mise à jour régulièrement, s'appuie sur une base de calcul comprenant un taux d'intérêt de 5% sur une durée de vie de 40 ans pour les centrales nucléaires, contre 25 ans pour les cycles combinés et les centrales à charbon. L'avantage économique de l'énergie nucléaire se maintiendrait en dépit d'un taux d'intérêt porté à 10% par an.

**C'est dans ce contexte que le Parlement finlandais a donné son accord le 24 mai 2002 pour la construction d'un 5<sup>e</sup> réacteur nucléaire, jugeant que l'option nucléaire est la**

meilleure solution pour garantir la sécurité d'approvisionnement en électricité à des coûts de production bas, sans produire de gaz à effet de serre. Cette décision est intervenue à la suite d'un débat public approfondi, organisé tant en régions qu'au niveau national.

### Coûts de production d'électricité (marché du trading)



Source : Tarjanne, Risto ; Luostarinen, Kari (2005) : comparaison économique des différents modes de production d'électricité

## OLKILUOTO 3

### > Les termes du contrat

Aux termes d'un appel d'offres international lancé en 2003, l'électricien privé *Teollisuuden Voima Oy* (TVO) a choisi de marier les offres d'AREVA et de Siemens pour la construction clé-en-main d'un EPR sur le site d'Olkiluoto en Finlande. Le contrat a été signé le 18 décembre 2003 pour un montant total du projet estimé à 3 milliards d'euros.

Aux termes du contrat, AREVA fournit l'îlot nucléaire, le premier coeur du réacteur, une partie des travaux de génie civil, des bâtiments connexes tels que le bâtiment d'accès et celui des effluents ainsi qu'un simulateur EPR. En tant que leader du consortium, AREVA coordonne l'ensemble du projet.

Siemens PG fournit l'îlot conventionnel complet : ingénierie et conception, achat et livraison des équipements électromécaniques, système de protection et de régulation de la turbine, génie civil, montage et mise en service.

La plupart des travaux en génie civil ainsi que les opérations de montage sont effectués par des sociétés locales, intervenant en tant que sous-traitants du consortium. A noter que 42 % environ des contrats de sous-traitance ont été attribués à des entreprises finlandaises.

TVO est maître d'ouvrage et coordonne l'ensemble du projet. Il conduit également les procédures de certification auprès de l'Autorité de Sûreté finlandaise STUK. Lors de la phase de pré-qualification, STUK avait déjà conclu que l'EPR pouvait satisfaire les exigences de sûreté finlandaises et tous ses commentaires supplémentaires ont été pris en compte dans la réalisation du projet, de sorte que l'EPR réponde à toutes les normes de sûreté finlandaises.

### > Les dates-clés du projet

18 Décembre 2003	Signature du contrat
1er Janvier 2004	Le contrat est effectif
14 janvier 2005	La municipalité d'Eurajoki accorde le permis de construction
21 janvier 2005	L'autorité de sûreté finlandaise STUK transmet un avis positif au ministère du commerce et de l'industrie en charge de l'autorisation finale du projet
26 janvier 2005	Début de la fabrication de la cuve du réacteur



- |                  |   |
|------------------|---|
| 1er février 2005 | TVO transfère au consortium AREVA Siemens la responsabilité du site de construction   |
| 17 février 2005  | Le gouvernement finlandais délivre l'autorisation de construction à TVO   |
| Février 2005     | Début des travaux de construction du bâtiment réacteur  |
| 11 mars 2005     | La mise en place du béton pour le nivellement de l'îlot nucléaire et la préparation de la galerie de précontrainte sous le bâtiment réacteur ont commencé |
| 21 juin 2005     | Bétonnage de la zone d'appui de la dalle de la galerie de précontrainte dans la zone du bâtiment réacteur   |



**Le chantier durant l'été 2005**



15 juillet 2005

Arrivée de la peau métallique (partie inférieure) dans la paroi intérieure du bâtiment réacteur



La peau d'étanchéité est en acier et dépassera les 60 m de haut pour un diamètre de 50 m lorsque l'installation sera terminée  
Opération de bétonnage

Octobre 2005



11 Mai 2006

Installation de la partie inférieure du revêtement d'étanchéité du bâtiment réacteur

Septembre 2004 à  
novembre 2006



Fabrication des composants primaires à Chalon St Marcel :  
assemblage des parties inférieures des générateurs de vapeur

Octobre 2006

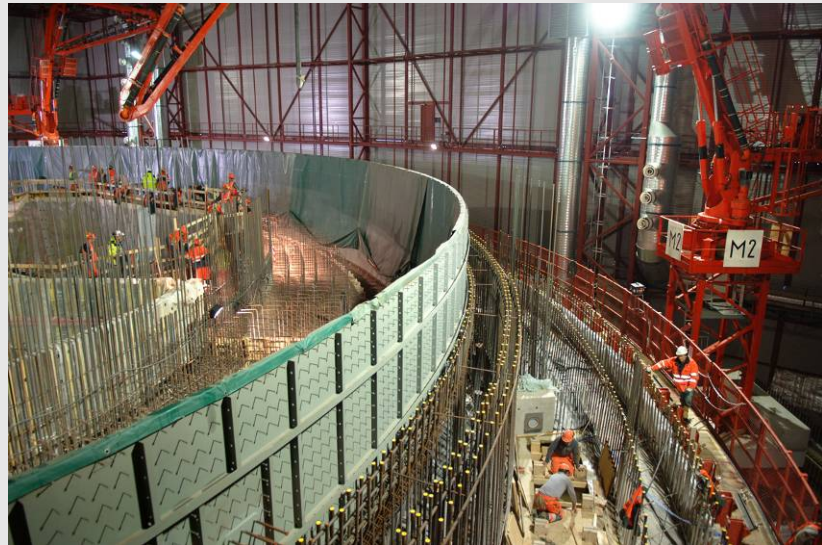
Bétonnage de la dalle située à l'intérieur de l'enceinte



Près de 2000m<sup>3</sup> de béton ont été coulés. L'épaisseur finale de  
cette dalle est maintenant de 1.5m.

Février 2007

Opération de bétonnage du bâtiment réacteur



Avril 2007 (en cours)

Ferrailage de l'îlot conventionnel



## > Etapes en 2007

### Printemps :

- Poursuite des travaux de bétonnage de l'enceinte
- Ferrailage de la coque extérieure conçue pour résister aux chutes d'avion

### Eté :

- Mise en place du premier élément cylindrique de la peau d'étanchéité métallique
- Démarrage de la construction du condenseur

### Automne :

- Mise en place d'un premier élément auxiliaire (réservoir)
- Démarrage de l'installation de la turbine et de l'alternateur

## > Industries participant au projet OL3

- Aujourd'hui, plus de 1200 personnes travaillent sur le site et jusqu'à 3000 personnes vont œuvrer pendant les phases de chantier les plus denses.
- Jusqu'à présent, 1500 contrats ont été confiés à des sociétés issues de 27 pays. Environ 42% des contrats ont été remportés par des sociétés finlandaises.

# Le réacteur de troisième génération EPR

## EPR : optimiser le savoir-faire européen

### > Objectifs de conception

L'EPR a été développé par AREVA et Siemens. EDF et les principales compagnies d'électricités allemandes ont activement participé à la réalisation de ce projet. Les autorités de sûreté des deux pays s'y sont associées, en vue d'harmoniser leurs normes de sûreté et d'établir des règles uniques pour la conception du nouveau réacteur.

Ce projet avait trois objectifs :

- Respecter les normes de sûreté pour les futures centrales à eau pressurisée édictées par les autorités de sûreté française et allemande
- Intégrer les attentes des compagnies d'électricité européennes exprimées par un cahier des charges commun, les "European Utility Requirements". Des électriciens allemands, belges, britanniques, espagnols, finlandais, français, hollandais, italiens, suédois et suisses ont participé à l'élaboration de ce cahier des charges.
- Augmenter encore la compétitivité de l'énergie nucléaire par rapport aux centrales existantes.

### > Principales caractéristiques techniques

- L'EPR est un réacteur à eau pressurisée (REP) issu des modèles les plus récents : le réacteur français de type N4 des centrales de Chooz et Civaux et le Konvoi, réacteur en exploitation en Allemagne à Neckarwestheim 2, Emsland, et Isar 2. Il bénéficie du retour d'expérience de 30 années d'exploitation de centrales nucléaires (AREVA a construit plus de 90 réacteurs nucléaires dans le monde, soit près 30% de la puissance électronucléaire installée totale).
- L'EPR est un produit « évolutionnaire ». Il utilise la technologie des réacteurs à eau pressurisée, technologie la plus utilisée dans le monde : 264 réacteurs en opération sur un total de 435 réacteurs (56% de la capacité électronucléaire mondiale installée).
- Réacteur de nouvelle génération, l'EPR apporte des progrès économiques et techniques importants : sûreté renforcée, moindre production de déchets à vie longue, réduction significative de la dosimétrie des personnels d'exploitation et de maintenance (voir *infra*), réduction du coût de production de l'électricité (meilleure utilisation du combustible, disponibilité accrue, plus grande souplesse d'exploitation, maintenance plus aisée)

## Un réacteur plus compétitif

L'EPR permettra de produire une électricité moins chère que celle produite par les réacteurs de deuxième génération. Ce gain résulte de l'optimisation de plusieurs facteurs déterminants.

- La puissance de l'EPR (environ 1600 MWe) est supérieure à celle des centrales les plus récentes (environ 1450 MWe).
- La durée de vie technique de l'EPR a été portée à 60 ans au lieu de 40 ans.
- Le combustible est mieux utilisé. L'EPR diminuera de 17 % la quantité d'uranium nécessaire pour produire la même quantité d'électricité, limitant ainsi le volume des déchets. Les coûts sont également plus faibles pour l'ensemble de la filière combustible, de l'enrichissement au traitement.
- L'installation générale des équipements est prévue pour faciliter leur accès et simplifier les opérations de maintenance. La durée de celles-ci en est donc réduite. Des interventions standards sur des systèmes de sûreté sont rendues possibles sans interrompre le fonctionnement de la centrale.
- La durée d'arrêt programmée de l'installation pour recharger le cœur en combustible est réduite, augmentant ainsi le taux de disponibilité du réacteur.

Avec l'EPR, le coût de l'électricité sera bien inférieur à celui de l'électricité issue du gaz, principale source d'énergie concurrente. Ceci alors que le coût de l'électricité produite par l'énergie nucléaire intègre les coûts externes liés au stockage des déchets et au démantèlement des installations.

## Un réacteur plus sûr

La sûreté dans l'industrie nucléaire s'inscrit dans une dynamique de progrès continu. Les réacteurs à eau pressurisée sont des installations industrielles particulièrement sûres. Avec l'EPR, ce haut niveau de sûreté a encore été renforcé. Deux exigences formulées par les autorités de sûreté française et allemande ont été remplies, notamment à la suite de l'accident de Tchernobyl :

### > La prévention renforcée d'événements pouvant endommager le coeur

- Les fonctions de sûreté sont assurées par des systèmes simples, diversifiés et redondants. Leur automatisation est plus poussée.



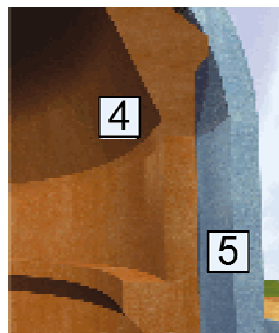
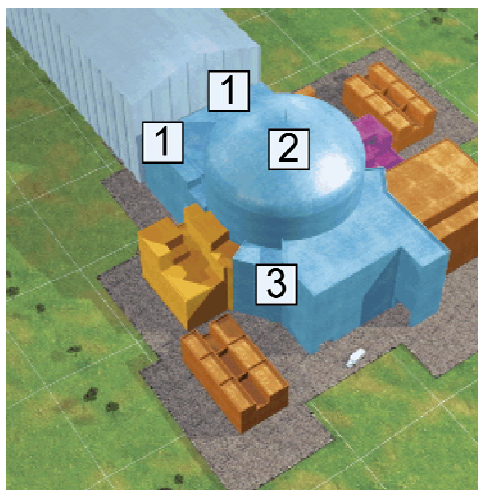
- L'EPR possède 4 systèmes de sauvegarde, chacun divisé en 4 sous-ensembles qui exercent la même fonction en cas de situation anormale : refroidir le cœur. Cette architecture doit garantir que la fonction de sûreté soit toujours assurée. Totalement indépendants, ces systèmes sont répartis dans 4 bâtiments (1) géographiquement séparés et protégés individuellement. Ainsi, à la moindre défaillance d'un système

causée par un incident interne ou externe (incendie, inondation...), un autre est en mesure de prendre le relais pour amener l'installation dans un état d'arrêt sûr.

A la demande conjointe des autorités de sûreté française et allemande, la conception initiale de l'EPR prenait en compte l'impact éventuel d'un avion militaire.

Pour répondre à cette exigence, le bâtiment protégeant le réacteur est doté d'une coque extérieure en béton armée conçue pour résister à un tel impact. Une coque du même type protège certains des bâtiments périphériques qui abritent des fonctions de sûreté.

Dans le contexte post-11 septembre et notamment dans le cadre de l'appel d'offre finlandais, il a été exigé que les modèles soient assurés de résister à la chute d'un avion de ligne. La conception de l'EPR a été adaptée. L'épaisseur et la résistance de la coque de protection en béton armée ont notamment été dimensionnées en conséquence. La conception initiale du projet a permis une telle adaptation sans remise en cause du design fondamental de l'EPR.



La coque externe (5) couvre le bâtiment réacteur (2), le bâtiment combustible (3) et deux des 4 bâtiments abritant les systèmes de sûreté (1).

Ces dispositions relatives à l'architecture des systèmes de sûreté permettent de réduire la probabilité d'un endommagement du cœur, déjà infinitésimale avec les réacteurs à eau pressurisée actuels.

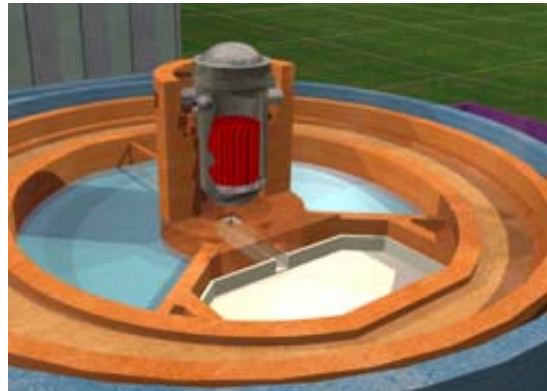
## > Protection accrue contre les conséquences d'une fusion du cœur

Dans l'hypothèse, hautement improbable, d'un événement endommageant le cœur, des mesures préventives ont été prises pour protéger la population et l'environnement de tout impact.



### Réservoir dédié

- Dans le cas d'un événement au cours duquel le cœur fondrait, puis percerait la cuve en acier dans lequel il est enfermé, la partie du cœur fondu qui pourrait s'échapper de la cuve serait confinée dans un compartiment dédié et refroidie. Les parois de ce réservoir sont protégées par un revêtement qui résiste à de très hautes températures de façon à garantir l'étanchéité de la dalle de béton.



Avec l'EPR, ce type d'événement extrême resterait strictement circonscrit à l'intérieur de l'enceinte de confinement du réacteur. Le voisinage immédiat de la centrale, le sous-sol et la nappe phréatique seraient protégés.

## L'EPR dans la compétition internationale

### > En France, assurer la relève des centrales actuelles

- Le 21 Octobre 2004, EDF a décidé de lancer la construction d'une tête de série EPR d'environ 1 600 MW à Flamanville en Basse Normandie. Cette décision a été confirmée le 4 mai 2006 par le conseil d'administration d'EDF, à l'issue d'une procédure de débat public. Les premiers travaux de terrassement du chantier de l'EPR ont débuté à l'été 2006.
- Au cours de l'été, AREVA remporte un contrat d'étude et de fourniture du contrôle commande opérationnel, sur la base du produit TELEPERM XP de Siemens PGL au terme d'un processus de mise en concurrence.
- Le 24 janvier 2007, AREVA se voit confier le contrat de fourniture de la chaudière nucléaire de l'EPR à Flamanville. Cet accord majeur correspond à la 100<sup>e</sup> commande de réacteur pour le groupe AREVA. Après la commande du finlandais TVO, il s'agira du second EPR en construction dans le monde.
- Le contrat comprend les études d'ingénierie et la réalisation de l'ensemble des composants du réacteur – cuve, couvercle, générateurs de vapeur, pompes, pressuriseur, mécanismes de commandes de grappes... - dont la majeure partie sera produite dans les usines d'AREVA de Chalon St Marcel et de Jeumont.
- Après le feu vert de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, le décret autorisant la création de l'Installation Nucléaire de Base (INB) Flamanville-3, comportant un réacteur EPR, est paru dans le Journal Officiel du 11 avril 2007. Ce décret marque l'aboutissement de l'ensemble des procédures administratives.
- En France, l'EPR doit contribuer au renouvellement des 58 réacteurs en service (34 réacteurs de 900 Mégawatts, 20 de 1.300 MW et 4 de 1.450 MW). A partir de 2020, les premières centrales nucléaires françaises mises en service à la fin des années 70 auront 40 ans et EDF entend disposer d'une technologie de 3<sup>ème</sup> génération éprouvée avant de lancer une nouvelle série..
- En 2020, la demande annuelle d'électricité (hors exportation) aura augmenté de 33 % si l'on prend en compte un taux de croissance réaliste de 1,6 % par an. La France ne pourra satisfaire cette demande supplémentaire que si elle dispose d'une capacité de production supplémentaire de 18 000 MWe exploitée avec un taux d'utilisation de 90 %. Le seul recours aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie ne permettra pas de faire face à ce besoin.

## > Etats-Unis

- Le 15 septembre 2005, Constellation Energy et le groupe AREVA ont annoncé la création d'« UniStar Nuclear ». Cette société commune est destinée à lancer commercialement aux Etats-Unis le premier parc de réacteurs de nouvelle génération, tel que le souhaitent le gouvernement et le congrès américains (Loi sur l'énergie de juillet 2005).
- UniStar Nuclear est la structure commerciale qui permettra le développement de joint-ventures entre Constellation Energy, d'autres électriciens et tous les acteurs intéressés. Ces joint-ventures devraient prendre en charge le licensing, la construction, l'exploitation des réacteurs et en être les propriétaires, constituant ainsi un parc standardisé d'EPR américains.
- En avril 2007, Unistar Nuclear, a signé un accord avec l'électricien Ameren UE (groupe Ameren Corporation), basé dans le Missouri, pour préparer une demande d'autorisation conjointe de construction et d'exploitation d'un réacteur de type EPR.
- AREVA a passé avec succès la première phase de certification auprès de la NRC, la commission américaine de régulation des activités nucléaires chargée de valider la conception technique de l'US EPR.
- Afin de garantir l'obtention de la licence et le démarrage de l'exploitation pour 2015, le dossier de certification finale devra être déposé d'ici fin 2007 et obtenir sa validation d'ici à 2010.

## Notes

- (1) Programme du gouvernement finlandais 2003
- (2) Industries Finlandaise de l'Energie (Energiateollisuus, ex-FINERGY), communiqué de presse, 2007
- (3) Ministère finlandais du Commerce et de l'Industrie : Energie nucléaire en Finlande
- (4) Idem
- (5) Ministère finlandais du Commerce et de l'Industrie: l'Energie en Finlande 2003, février 2004
- (6) Ministère finlandais du Commerce et de l'Industrie: l'Energie nucléaire 2003, juillet 2005
- (7) Ministère finlandais de l'Environnement, 5 juillet 2005