

CRITERES DE CHOIX POUR LA TECHNOLOGIE EAU LEGERE

François HEDIN
EUR Chairman

Résumé :

L'organisation EUR (European Utilities Requirements), active depuis 1991, regroupe les plus grands électriciens nucléaires européens (représentant environ 130 tranches nucléaires , soit 40 % de la production nucléaire mondiale).

L'objectif initial associé à EUR était de fédérer les exploitants / investisseurs européens intéressés par l'établissement d'une spécification européenne de développement pour les projets de réacteur nucléaire à eau légère (REL) de 3^{ème} génération.

Le document EUR constitue aujourd'hui une spécification bâtie sur une base d'expérience très large, avec des objectifs de conception , des spécifications fonctionnelles ; il est une base utilisable pour construire des appels d'offre.

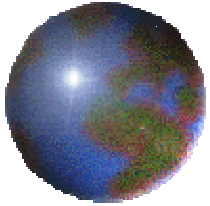
Des évaluations de conformité des principaux projets REL Gen 3 aux spécifications EUR ont été menées (EPR, SWR 1000, ABWR, AP 1000, AES 92), sont en cours (EPR Standard) ou à venir.

La renaissance du nucléaire valorise, pour les électriciens ou certaines parties prenantes, les travaux d'EUR : élargissement des membres (notamment coté Est de l'Europe) , actualisation de l'inter comparaison des principales exigences EUR et EPRI, renforcement des liens avec les autres entités FORATOM / ENISS, CORDEL, WNA, AIEA, WENRA, ...



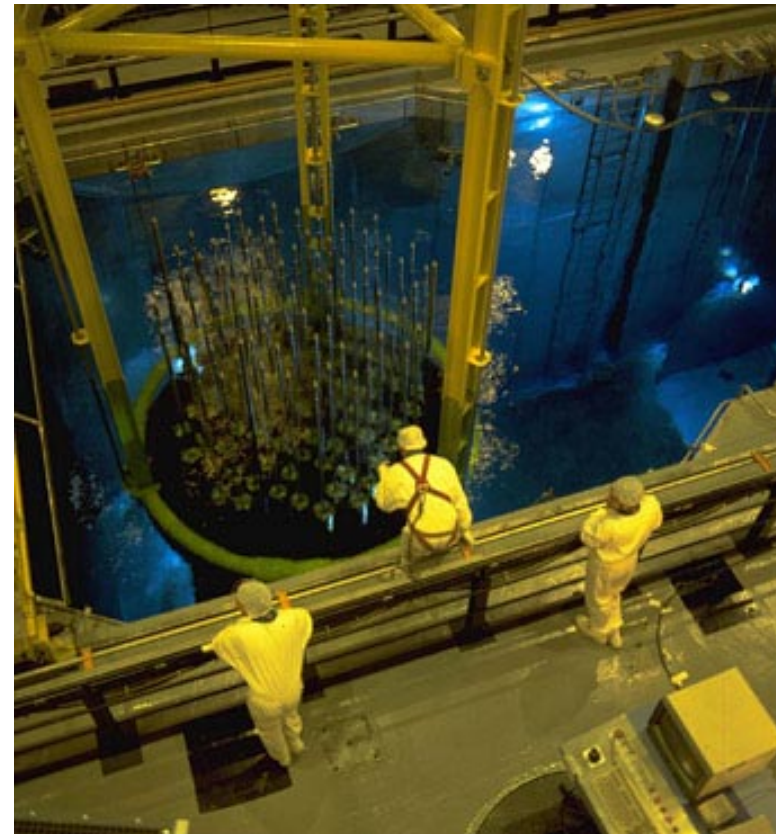
Convention annuelle de la SFEN Mercredi 11 et jeudi 12 mars 2009

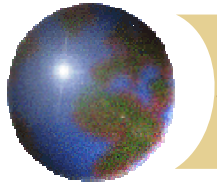
Union internationale des Chemins de Fer – 15 rue Jean Rey – 75015 PARIS



Critères de choix pour la technologie eau légère

François HEDIN
EUR chairman

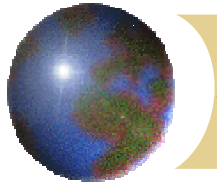




Sommaire

- ◎ L'**organisation** EUR (European Utility Requirements) : objectifs, constitution, produits
- ◎ **Exigences techniques** typiques pour les centrales à eau légère de 3^{ème} génération
- ◎ L'évaluation des **projets** de centrales à eau légère de 3^{ème} génération par rapport aux spécifications EUR
- ◎ Perspectives

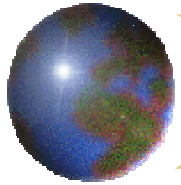




Les objectifs initiaux du projet EUR

- Fédérer les exploitants/investisseurs européens intéressés par l'établissement d'une spécification européenne de développement pour les projets de centrales nucléaires à eau légère de génération 3
- Spécification réduisant les risques de licensing
 - Objectifs de sûreté nucléaire calés à des niveaux supérieurs à ceux de Génération 2.
 - Amélioration de l'acceptation par le public et les administrations
 - Harmonisation des approches de sûreté à la conception au niveau européen, si possible avec les USA

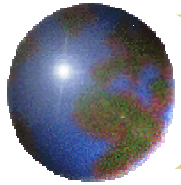




Les objectifs initiaux du projet EUR (suite)

- Spécification **améliorant la compétitivité** des futures centrales nucléaires à eau légère européennes
 - designs standards utilisables dans une zone étendue
 - options de conception attractives pour l'investisseur/exploitant
- Spécification utilisable sur un **marché européen de l'électricité ouvert**
 - permettre une compétition équitable entre les vendeurs
- Planning initial court, en ligne avec celui du projet EPR en 1992





L'organisation EUR regroupe les plus grands électriciens nucléaires européens

British Energy



CEZ GROUP



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.



Società a gestione associata nucleare



Nuclear Energy Section of swisselectric



Fortum

mvm

VATTENFALL



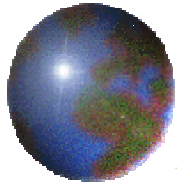
POWERTECH



НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРАЦІОНА КОМПАНІЯ

- L'organisation est mature :
 - active depuis novembre 1991 ;
 - rebondit dans le contexte de la renaissance du nucléaire.
- Elle inclut aujourd'hui la plupart des électriciens européens et poursuit son développement :
 - Europe de l'ouest, Europe centrale, Europe de l'est, Russie.
- L'ensemble de ses membres gèrent une part importante du parc nucléaire mondial :
 - environ 130 tranches nucléaires à eau légère en exploitation ;
 - plus de 40% de la production nucléaire mondiale ;
 - ce parc est technologiquement homogène (plus de 85% de Réacteur à Eau Légère) mais diversifié coté constructeurs.
- La compétition entre ses membres est aujourd'hui une réalité.

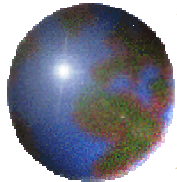




Un produit unique : le document EUR

- Spécification technique écrite par des investisseurs / exploitants
 - pas de caractère réglementaire
 - bâti sur une base d'expérience très large et très diverse :
 - un parc important en exploitation
 - des contextes réglementaires différents
 - une dizaine de constructeurs différents
 - un document complet mais ouvert
 - objectifs de conception et spécifications fonctionnelles
 - modulaire et facilement adaptable
 - ne favorise pas un design particulier,
 - n'interdit pas, sauf mauvais retour d'expérience ou risque industriel estimé inacceptable
- Spécification complétée par des évaluations de projets REL Gen 3 disponibles sur le marché européen

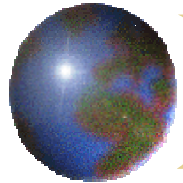




Un produit unique : le document EUR (suite)

- ✚ Initialement :
un **guide de conception** pour le développement des futures tranches européennes à eau légère Gen 3 standardisées
- ✚ Aujourd'hui :
également une base utilisable pour construire des **appels d'offres**
 - ▣ Une spécification technique complète
 - ▣ Une sélection de designs standards répondant aux spécifications EUR





Le document EUR



volume 1



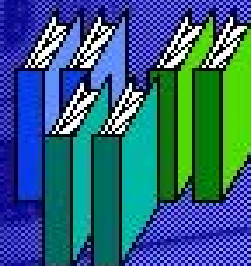
main policies
& objectives

volume 2



generic
nuclear island
requirements

volume 3



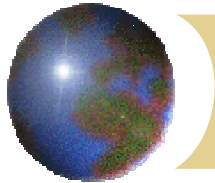
Applications of
EUR to specific
projects

volume 4



generic
conventional island
requirements





Contenu du document EUR

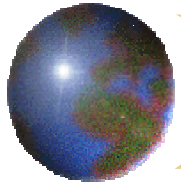


- Le **Volume 1** présente les **grands objectifs** de conception et résume les **exigences-clefs**
- Le **Volume 2** rassemble les exigences applicables à **l'îlot nucléaire**. Son contenu couvre la majeure partie de ce qu'un investisseur doit spécifier pour l'évaluation des designs, la conception détaillée, l'autorisation de fonctionnement, la construction, les essais et l'exploitation d'une future tranche REL.
- Le **Volume 3** rassemble les **évaluations de conformité** des projets REL sélectionnés par les partenaires EUR pour le marché européen.
 - un tome par projet.
 - évaluation produite en coopération entre les partenaires EUR avec une contribution importante des vendeurs impliqués.
- Le **Volume 4** rassemble les exigences applicables à **l'installation de production d'électricité**. Il est organisé par systèmes.

*revision A: 03/1994
revision B: 11/1995
revision C: 04/2001*


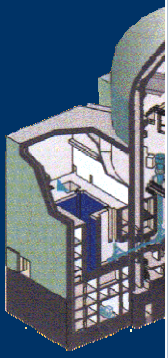


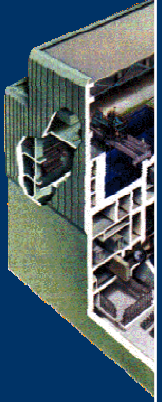

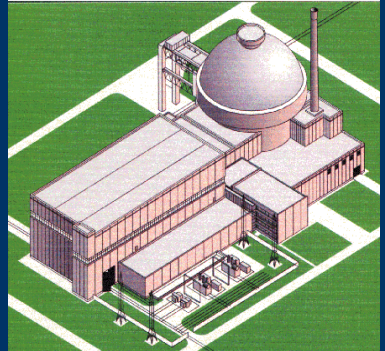
*revision A: 11/1996
revision B: 03/2000
revision C: 10/2007*



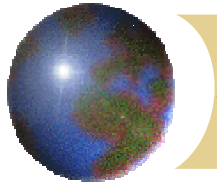


EUR volume 3

- Évaluation des projets de centrales à eau légère Gen. 3 sélectionnés
- 7 tomes déjà publiés

BWR 90/90	EPR	EP 1000	SWR 1000	ABWR	AP 1000	VVER AES 92
1400 MWe evolutionary Westinghouse	1600 MWe 4-SG evolutionary Areva	1000 MWe 3-SG PWR safety features Westinghouse	1000 MWe BWR with features Areva	1400 MWe evolutionary General Electric	1000 MWe 2-SG PWR safety features Westinghouse	1000 MWe 4-SG PWR with passive safety features AEP Moscow, GP, KI
						

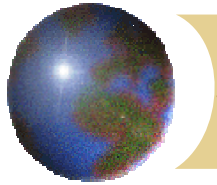




Quelques exigences typiques : sûreté et protection de l'investissement

- Risque de fusion du cœur, tous initiateurs considérés (y compris agressions), inférieur à 10^{-5} par an et par tranche
- Risque de rejet imposant la mise en œuvre d'un plan d'urgence (avant 24 h au delà de 2-3 km) inférieur à 10^{-6} par an et par tranche
- Confinement primaire dont le dimensionnement prend en compte les accidents graves
- Confinement secondaire récupérant efficacement les fuites du confinement primaire (bypass < 10%)
- Pas de dénoyage cœur pour une brèche primaire moyenne (diamètre < 150-300 mm)
- Protection possible contre les chutes d'avions commerciaux
- Tranche standard dimensionnée pour un séisme d'accélération horizontale $\geq 0,25$ g

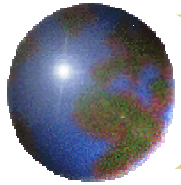




Quelques exigences typiques : performance en exploitation

- ✚ Durée de vie des structures et composants : 60 ans pour tout ce qui n'est pas remplaçable
- ✚ Disponibilité prévisionnelle de l'installation supérieure à 90% (sur 20 ans de fonctionnement avec un cycle de 12 mois)
- ✚ Arrêts pour rechargement court possible :
 - ▣ cible 14 jours pour rechargement seul, 20 jours avec maintenance de routine
- ✚ Marges de design suffisantes pour flexibilité dans la gestion du cœur :
 - ▣ 50% MOX possible,
 - ▣ cycles de 12 à 24 mois possibles
- ✚ Capacité de la piscine de stockage de combustible usé suffisante pour 10-15 ans de production sans évacuation
- ✚ Limitation des rejets radioactifs liquides en exploitation :
 - ▣ objectifs EUR correspondants aux pratiques européennes les plus sévères
 - ▣ réduction à la source demandée : variation de puissance sans ajustement de la concentration en bore soluble dans les REP, augmentation du volume pressuriseur, ...

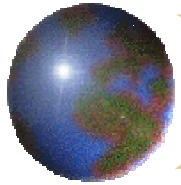




Quelques exigences typiques : connexion au réseau de transport THT

- ❁ Réglage de la charge en fonction des demandes du gestionnaire de réseau et des prix de l'électricité sur le marché
 - ❁ Réglages primaire (fréquence) et secondaire (puissance active) possibles dans les délais requis par les gestionnaires de réseaux THT européens (UCTE)
 - ❁ Fourniture de puissance réactive au réseau THT
 - ❁ Manœuvrabilité en automatique de 50% à 100% P_n , capacité de télé-réglage
- ❁ Contribution à la tenue du réseau THT sur incidents et reconstruction du réseau en cas de black-out
 - ❁ Îlotage de la tranche sur ses auxiliaires possible
 - ❁ Non déclenchement de l'installation sur un défaut réseau THT éliminé





L'évaluation des projets par rapport aux spécifications EUR – le volume 3

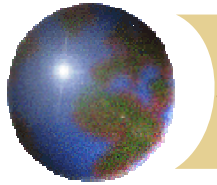
Le résultat : une bibliothèque de projets standards REL Gen 3 répondant aux EUR

- Analyse de conformité aux EUR faite en commun par les électriciens et les vendeurs intéressés : positions aussi objectives que possible
- Connaissance approfondie des projets analysés

La méthode : des analyses détaillées

- **Analyse détaillée** pour chaque projet sélectionné :
 - Chacune des 4000 exigences (shall, should, may) des volumes 1 & 2 EUR est analysée par les électriciens EUR
 - Échelle normalisée de conformité pour tous les projets
 - Justifications écrites et références
- **Vérification croisée** de l'analyse d'un projet par rapport aux analyses des autres projets pour chaque sujet
- Quelques hommes-ans pour l'analyse de chaque projet





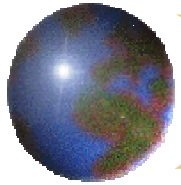
Le volume 3 EUR

- ⊕ Un tome du volume 3 EUR est produit par projet analysé :
 - ⊞ Seuls les principaux écarts (en plus ou en moins) par rapport à EUR et une description de l'installation standard sont présentés dans le volume 3
 - ⊞ Un tome du volume 3 est accessible aux électriciens ne participant pas à EUR sous conditions : accord explicite du vendeur concerné, accord de confidentialité, ...
 - ⊞ Les analyses détaillées ne sont accessibles qu'aux électriciens EUR

- ⊕ Un "background report" est écrit pour chaque projet analysé :
 - ⊞ Il rassemble tous les commentaires et suggestions des évaluateurs quant au contenu du document EUR (niveau de détail de l'exigence, politique technique à modifier, etc.).
 - ⊞ Ce sont des sources précieuses pour les évolutions ultérieures du document EUR.
 - ⊞ Ces rapports ne sont accessibles qu'aux électriciens EUR.

- ⊕ Seules quelques synthèses sont dans le domaine public : présentations en séminaires EUR, papiers de conférence, ...

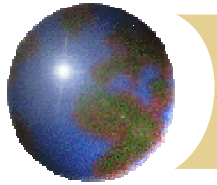




Le volume 3 EUR : plus de demande coté vendeurs

- 7 analyses ont été réalisées entre 1999 et aujourd'hui. Toutes ne correspondent plus à des projets encore sur le marché (ex : BWR90)
- La révision B du tome EPR du volume 3 EUR est en cours suite à une demande d'Areva. Échéance 2009
- Le travail d'analyse détaillé mobilise beaucoup de ressources chez les électriciens et chez les vendeurs (quelques hommes•an par projet)
- Demande de garantie de bonne fin avant de commencer l'analyse détaillée
 - Support suffisant des électriciens EUR et du vendeur
 - Disponibilité de l'organisation EUR
 - Projet suffisamment développé pour permettre une analyse à un niveau détaillé
 - Documentation de projet accessible et utilisable
- Une évaluation préliminaire de l'APWR de MHI a été réalisée en 2008. Quelques adaptations du design sont en cours suite à cette analyse.
- D'autres contacts sont en cours sur d'autres designs REL Gen 3
 - ESBWR, APR1400, VVER AES2006, ...





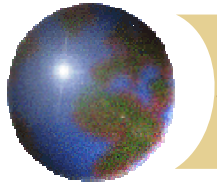
Retour sur le texte EUR.

- ❖ Les analyses de conformité des projets du volume 3 ont produit de nombreuses propositions de modification des spécifications du volume 2 EUR
 - ❑ Clarification des exigences, demande de justification
 - ❑ Élimination des exigences "solution-oriented"
 - ❑ Modification d'objectifs de conception généraux
 - ❑ Etc.

- ❖ L'organisation EUR a entrepris d'autres actions pour améliorer et compléter les spécifications EUR, telles que :
 - ❑ revue de cohérence des chapitres clefs du volume 2 révision C
 - ❑ révision des exigences de connexion au réseau THT
 - ❑ révision de exigences liées à la prise en compte à la conception du démantèlement
 - ❑ projets d'addenda sur la prise en compte du vieillissement à la conception
 - ❑ mise à jour de la comparaison EUR vs. EPRI-URD
 - ❑ analyse de l'impact des travaux de WENRA et de l'AIEA

- ❖ L'intégration sera faite en temps utile.

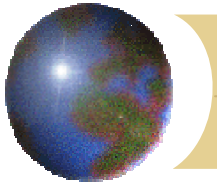




Perspectives

- ✿ Poursuite de l'élargissement de l'organisation EUR
- ✿ Poursuite de l'analyse des projets REL Gen 3 pouvant être considérés dans un AO en Europe (EUR volume 3)
- ✿ Actualisation des spécifications génériques de référence EUR (EUR volumes 1, 2 et 4)
- ✿ Renforcement de liens institutionnels avec les autres organisations travaillant sur les REL Gen 3 : Foratom/ENISS, CORDEL, WNA, AIEA/Nuclear Power, WENRA, ...





European Utility Requirements for LWR nuclear power plants
<http://europeanutilityrequirements.org>

