

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE

DEPARTEMENT D'ANALYSE DE SURETE



CET - DAS -- 381

RAPPORT DAS N° 381

LA SURETE DES NOUVELLES USINES  
DE RETRAITEMENT DE LA HAGUE

C. DEVILLERS \*, H. BASTIEN-THIRY \*\*  
G. DUBOIS \*\*\*

(Conférence internationale sur le retraitement  
du combustible nucléaire et la gestion des déchets,  
RECOD 87 - SFEN  
Paris, 23 au 27 août 1987)

Septembre 1987

CEA-DAS--381      RAPPORT DAS N° 381

LA SURETE DES NOUVELLES USINES  
DE RETRAITEMENT DE LA HAGUE

C. DEVILLERS \*, H. BASTIEN-THIRY \*\*  
G. DUBOIS \*\*\*

(Conférence internationale sur le retraitement  
du combustible nucléaire et la gestion des déchets,  
RECOD 87 - SFEN  
Paris, 23 au 27 août 1987)

Septembre 1987

\* DAS/SASICC  
\*\* COGEMA  
\*\*\* SGN

LA SÛRETÉ DES NOUVELLES USINES DE RETRAITEMENT DE LA HAGUE

C. DEVILLERS (CEA-IPSN, France),  
H. BASTIEN-THIRY (COGEMA, France),  
G. DUBOIS (SGN, France)

**INTRODUCTION**

L'extension du complexe industriel de La Hague, autorisée par décrets du 12 mai 1981, comprend :

- la construction de l'usine UP3, en chantier depuis 1982, qui aura une capacité annuelle de 800 tonnes de combustible PWR,
- l'extension de l'usine UP2 à une capacité annuelle de 800 tonnes de combustible PWR,
- la construction d'une nouvelle station de traitement d'effluents liquides : STE 3.

L'expérience d'exploitation des usines UP1 (Marcoule) et UP2-400 (La Hague) a été mise à profit pour définir les dispositions de sûreté à retenir dans les nouveaux ateliers en cours de construction. En parallèle, les méthodes d'analyse de sûreté se sont structurées et affinées.

Le présent document propose d'exposer les trois grandes lignes directrices sur lesquelles repose la sûreté des nouvelles installations de retraitement :

- les buts : limiter l'impact sur le personnel et sur l'environnement tout en étant compatible avec les impératifs de disponibilité,
- les méthodes : l'analyse de sûreté, fondée sur le recensement et l'évaluation des risques significatifs,
- les moyens : la mise en place d'un système d'obtention de la qualité couvrant les activités de conception et de réalisation permettant d'assurer une installation conforme aux exigences de sûreté.

**LES BUTS**

En matière de sûreté, les buts principaux sont essentiellement de limiter l'impact sur le personnel et sur l'environnement. De tels buts ne peuvent être atteints qu'après un choix correct d'appareillages mettant en œuvre un procédé qui a donné satisfaction.

**Choix du procédé - choix des appareillages**

Les nouvelles usines utiliseront le procédé PUREX qui a donné satisfaction dans les usines UP1 et UP2.

Sur ces bases, la recherche d'un bon niveau de disponibilité des usines a été effectuée suivant deux voies, favorables à la sûreté :

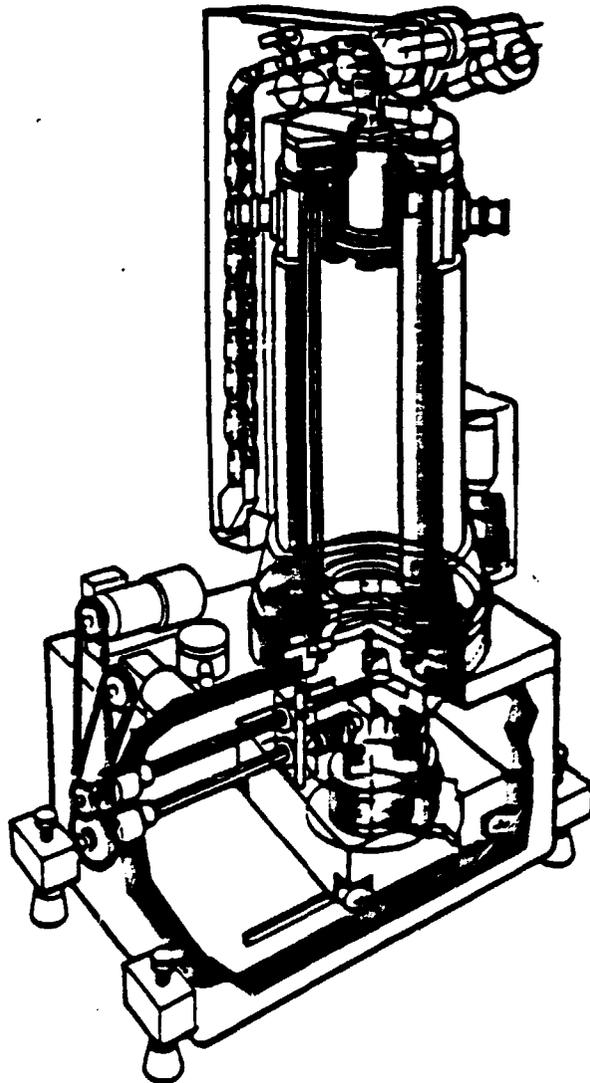
- réduction de la fréquence des défaillances nécessitant une intervention,
- réduction de la durée des interventions.

A cette fin, les nouveaux appareils, a priori favorables sur le plan de la fiabilité, tels que le dissolvant-roue à fonctionnement continu [1] et les colonnes pulsées, ainsi que les procédés de conditionnement des déchets sont expérimentés à l'échelle 1 en milieu inactif. Par ailleurs, la

fiabilité des dispositifs de manutention des assemblages combustibles et des charges lourdes été améliorée, de même que celle des vannes, éjecteurs et pompes, grâce à une standardisation des équipements. Les matériaux (acier inoxydable à très faible teneur en carbone, zirconium) ont été sélectionnés en fonction de leur tenue dans les conditions rencontrées dans les différentes étapes du procédé (température, concentration en acide nitrique, risque de dépôts,...)[2]. En outre, la conduite du procédé bénéficie d'une automatisation plus poussée et d'une amélioration des salles de conduite.

Une réduction de durée des interventions éventuelles sera obtenue par une conception modulaire de certains équipements (four de vitrification, cisaille,...) facilitant leur démontage et leur remplacement. Des enceintes mobiles d'entretien et de maintenance (EMEM) standardisées sont prévues pour les opérations d'échange standard de matériels et pour le transfert des matériels remplacés vers le lieu de conditionnement et d'entreposage des déchets

Fig. 1 EMEM accosté sur operculaire

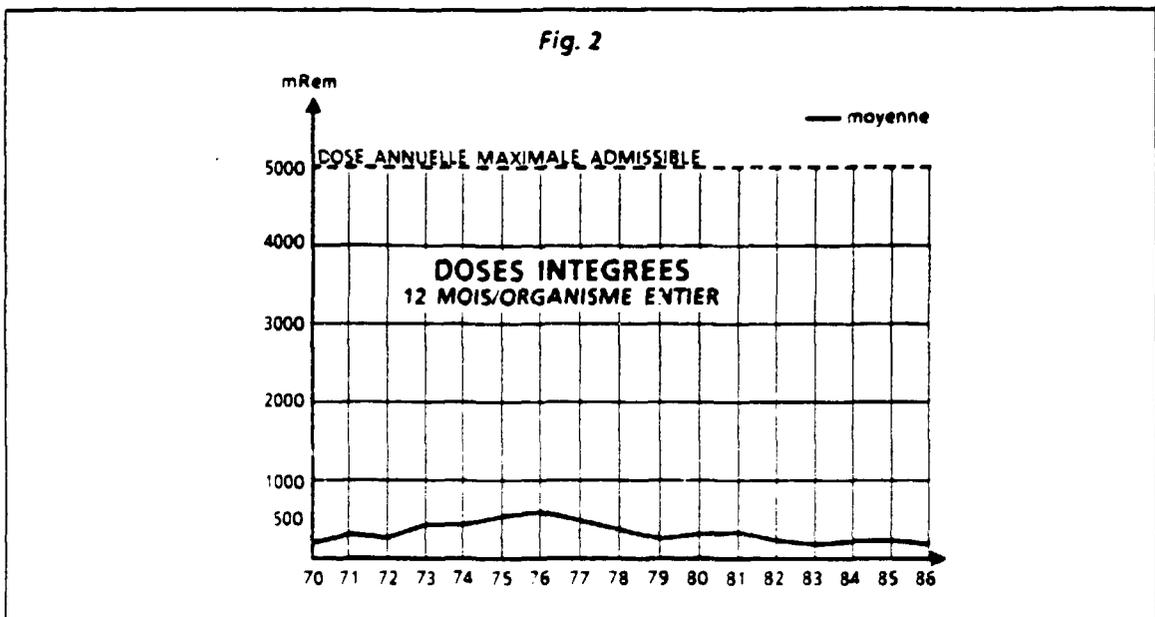


Par ailleurs, le procédé proprement dit est sensiblement identique à celui utilisé aujourd'hui à l'usine UP2. Il faut noter toutefois, d'une part l'utilisation accrue d'appareils de géométrie sûre (colonnes pulsées) permettant d'assurer l'absence de risque de criticité pour une large gamme de concentrations de matières fissiles, d'autre part, le recours à des recyclages de solutions plutonifères et à des "barrages alpha" pour diminuer l'activité des effluents liquides en émetteurs alpha.

#### Limitation de l'exposition des travailleurs

Les usines en cours de construction ont été conçues de manière à ce que le nombre d'agents d'exploitation recevant un équivalent de dose supérieur à 5 mSv/an soit nul ou extrêmement limité dans les conditions normales d'exploitation. La limite réglementaire de 50 mSv/an pourra donc être respectée avec une marge de sécurité importante.

Il est à noter que les mesures qui ont d'ores et déjà été adoptées dans l'usine UP2 en exploitation ont abouti à une diminution très nette de l'exposition du personnel [5]

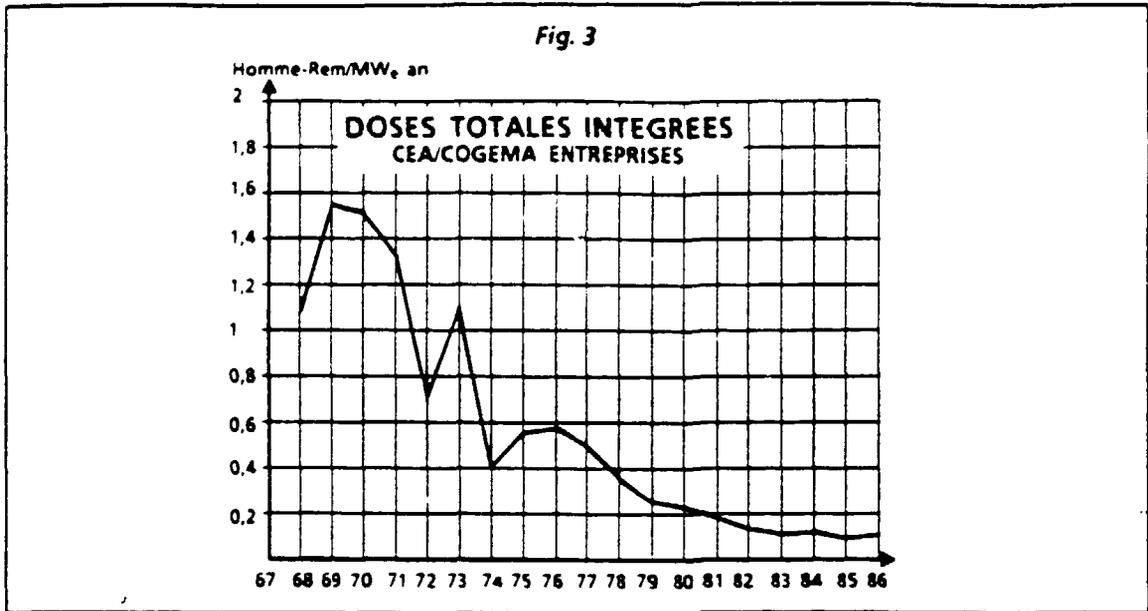


Dans les ateliers en construction, la plupart des mesures ont été reconduites et des améliorations ont, en plus, été apportées :

- surveillance systématique de la première "barrière" de confinement par mesure du niveau de contamination de l'air des cellules,
- rationalisation des contrôles de la radioactivité ambiante dans les zones accessibles,
- optimisation des protections biologiques en fonction de la fréquentation des postes de travail,
- télécommande de la manutention des emballages de transport et des colis de déchets,
- échanges standard de certains équipements par EMEM et limitation des interventions de décontamination et réparation,
- amélioration de la fiabilité des équipements et réduction des durées d'intervention: (moyens standardisés, entraînement des opérateurs).

Ces deux derniers aspects revêtent une importance particulière dans une usine de retraitement. A titre d'exemple, une réparation effectuée sur un extracteur-centrifuge de l'usine UP2 a coûté

13 000 heures d'intervention et un équivalent de dose collective de 0.23 homme.Sv, les décontamineurs étant le groupe de travailleurs relativement le plus exposé.



Actuellement, un hall d'essai est disponible sur le site pour des tests de montage-démontage de composants des futurs ateliers. Cette installation sert également à la formation des futures équipes d'exploitation et d'intervention.

#### **Limitation de l'impact sur l'environnement : les rejets d'effluents gazeux**

Les rejets d'effluents gazeux des futures usines sont soumis aux limites imposées par l'arrêté du 27 février 1984.

Une amélioration très importante dans la gestion des effluents gazeux a été apportée en créant, pour les événements du procédé, un réseau de ventilation complètement indépendant du réseau de ventilation des cellules. En situation normale, les cellules contenant les appareils du procédé ne seront donc pas contaminées, à l'exception de quelques cas qui ont été étudiés (cellule de cisailage, cellule de déchargement des emballages de transport à sec, cellule d'élaboration du verre). Les conduits de ventilation des appareils du procédé et des cellules particulières en question sont reliés à une cheminée de grande hauteur. Le débit d'air étant limité, les moyens d'épuration de l'air peuvent être rendus plus efficaces.

Les systèmes d'épuration des événements de procédé sont des systèmes éprouvés dans l'usine UP2. Le coefficient d'épuration de l'iode 129 transporté dans les événements de la cellule de dissolution devrait être de l'ordre de 100. Un procédé de piégeage du krypton 85 a été mis au point par le CEA mais aucune décision n'a encore été prise quant à sa mise en œuvre dans les futures usines, l'impact radiologique des rejets de krypton n'étant pas aujourd'hui considéré comme préoccupant.

#### **Limitation de l'impact sur l'environnement : les rejets d'effluents liquides**

L'activité des effluents liquides qui seront rejetés dans la Manche par une conduite surveillée de plusieurs kilomètres de longueur doit respecter les limites définies dans l'arrêté du 28 mars 1984. L'extension du complexe industriel de La Hague a été conçue pour que l'activité rejetée n'augmente pas sensiblement par rapport aux rejets de l'usine en exploitation actuellement.

*Pour ce faire, une station de traitement d'effluents liquides de grande capacité (STE 3) a été mise en chantier. Les techniques de coprécipitation qui seront utilisées pour piéger les différents radionucléides ont été longuement testées et améliorées dans la station de traitement en service actuellement.*

*Une amélioration substantielle de la gestion des effluents liquides doit par ailleurs résulter, d'une part d'une réduction des volumes à traiter par la STE 3 par tonne de combustible retraité, d'autre part d'une diminution de l'activité des émetteurs alpha de ces mêmes effluents. Ceci est le résultat de dispositions prises pour diriger l'essentiel des effluents contaminés en émetteurs alpha vers les solutions à vitrifier :*

- *recyclage systématique des effluents de rinçage des unités de dissolution,*
- *concentration des effluents acides et des effluents basiques et envoi des concentrats vers les installations de vitrification,*
- *recyclage des eaux-mères oxaliques,*
- *mise en place de "barrages alpha" en tête des unités de traitement des solvants ; les effluents carbonatés issus de ces unités sont ainsi moins contaminés en émetteurs alpha.*

#### **Limitation de l'impact sur l'environnement : les déchets**

*Les déchets qui seront produits dans les nouvelles usines seront immobilisés au fur et à mesure de leur production de manière à éviter leur accumulation sur le site sous une forme dispersable.*

*Les options prises pour les nouvelles usines sont, à cet égard, favorables pour la sûreté :*

- *entreposage des déchets sous forme solide,*
- *limitation de la teneur des déchets en émetteurs alpha,*
- *utilisation de procédés de conditionnement éprouvés (verre, bitume, béton),*
- *conditionnement en ligne des déchets au plus près de leur lieu de production.*

*Chaque catégorie de déchets (verres, bitumes et divers déchets cimentés) est définie par des spécifications techniques détaillées en conformité avec des Règles Fondamentales de Sûreté [7].*

*L'entreposage des colis de déchets sur le site des nouvelles usines est prévu pendant une durée limitée à quelques années au bout de laquelle les colis seront remis à leurs propriétaires.*

#### **LES METHODES**

*La méthode d'analyse de la sûreté est fondée sur le recensement et sur l'évaluation des risques significatifs existant dans chaque atelier.*

*Certains risques sont traités par une méthode déterministe : l'ampleur de l'accident et le niveau maximal acceptable de ses conséquences radiologiques sont fixés, après examen technique, sur la base d'avis experts ou en s'inspirant de règles existantes dans d'autres branches de l'industrie. Sont traités de cette manière les événements naturels d'origine externe, tels que les séismes et les événements météorologiques extrêmes, ainsi que les trois familles importantes d'accidents que représentent les phénomènes de corrosion et rupture du confinement, les incendies ayant des conséquences nucléaires directes ou indirectes, les accidents de criticité. Les plus grandes précautions sont prises pour éviter que des accidents relevant de ces trois dernières familles ne surviennent ; néanmoins, des moyens sont prévus pour en détecter l'apparition (réseaux de surveillance de la radioactivité, de détection d'incendie ou de détection d'accident de criticité) et, le cas échéant, pour en ramener les conséquences au niveau jugé acceptable (réservoirs de récupération de fuites et moyens de relevage, dispositifs d'extinction d'incendie et de désenfumage, systèmes d'épuration de l'air).*

*Il faut rappeler que le feu est à l'origine de deux des incidents les plus significatifs survenus à l'usine de La Hague : le 15 avril 1980, un incendie provoqué par un court-circuit a entraîné une perte totale de l'alimentation électrique (réseau EDF et réseau de secours de l'établissement).*

sans conséquences radiologiques pour l'environnement grâce à la mise en place de moyens d'alimentation électrique d'urgence, en moins d'une heure pour les ateliers les plus sensibles ; le 6 janvier 1981, un feu s'est déclaré dans un silo d'entreposage de déchets de graphite (provenant d'éléments combustibles UNGG) et a provoqué le relâchement de quantités limitées de césium dans l'atmosphère, là encore sans conséquences notables à l'extérieur du site grâce à la mise en oeuvre de moyens de lutte contre l'incendie. La prise en compte du risque d'incendie est considérée comme essentielle par les autorités de sûreté qui ont publié, à ce sujet, une Règle Fondamentale de Sûreté [3].

Aucun accident de criticité ne s'est produit en France dans une installation du cycle du combustible. Il n'est toutefois pas question de diminuer le niveau des précautions habituellement prises, en particulier, par l'application du principe de la double défaillance (deux défaillances indépendantes et de faible probabilité sont nécessaires pour faire apparaître un risque important de criticité). En effet, les conséquences radiologiques d'un accident de criticité sont considérées comme inacceptables pour les travailleurs qui y seraient exposés. Les principes de la prévention du risque de criticité qui sont considérés comme satisfaisants par les autorités de sûreté sont présentés dans une Règle Fondamentale de Sûreté [4].

Certains risques peuvent être traités par une méthode probabiliste qui, d'ailleurs, peut venir compléter la méthode déterministe (cas de certains scénari d'incendie). Il s'agit de risques liés à des accidents pour lesquels la probabilité des événements élémentaires peut être estimée. C'est en particulier le cas pour certaines agressions externes d'origine humaine (chutes d'avion, explosions,...) et pour des accidents tels que les chutes de charges lourdes, la perte de l'alimentation électrique, la perte de l'eau de refroidissement, les explosions d'origine interne. Pour apprécier les mesures à prendre à l'égard de chaque accident identifié, dans les différentes familles d'accidents répertoriées, un graphe d'acceptabilité a été établi en fonction de la probabilité d'occurrence et des conséquences radiologiques estimées de l'accident. Plus les conséquences sont élevées, plus la probabilité doit être faible. Aucun accident ne doit conduire à des conséquences inacceptables (supérieures à un seuil préétabli) avec une probabilité supérieure à une valeur donnée

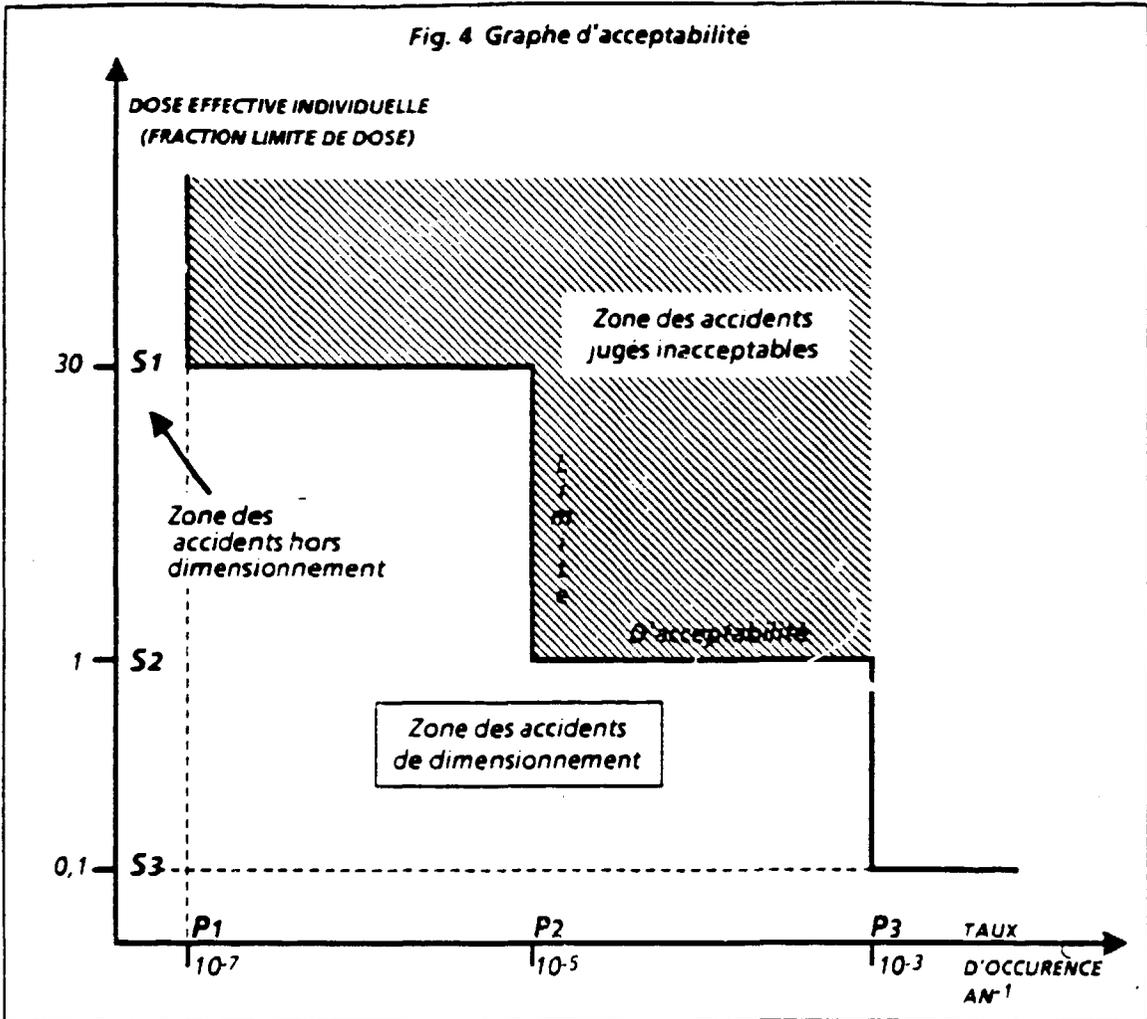
## LES MOYENS

La mise en place d'un système d'obtention de la qualité se traduit par l'assurance d'une bonne réalisation, conforme aux exigences de sûreté.

Les usines en cours de construction à La Hague sont soumises à l'arrêté du 10 août 1984 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base. Les activités concernées par la qualité, pendant la phase de réalisation des ateliers, sont menées sous la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage et se répartissent en :

- études,
- achats (marchés de travaux et de fourniture),
- fabrication et travaux,
- surveillance de la qualité,
- chantier,
- essais.

Pour chacune de ces activités, des plans d'assurance de la qualité (PAQ), établis au niveau des différents services du maître d'ouvrage, définissent les dispositions à prendre pour obtenir la qualité. Ces dispositions peuvent concerner l'organisation, le personnel, la préparation, l'exécution, le contrôle et l'amélioration des différentes activités. Elles constituent des "exigences



définies" et sont déterminées en fonction de l'importance pour la sûreté des éléments auxquels elles s'appliquent.

Enfin, des responsables de l'assurance de la qualité surveillent l'application des PAQ et évaluent leur efficacité.

## CONCLUSION

Les nouvelles usines UP3 et UP2-800 de La Hague représentent un palier important dans la mise en œuvre industrielle du retraitement du combustible des réacteurs à eau légère, en particulier par la taille des unités.

Les options de sûreté adoptées apparaissent cohérentes avec les impératifs de disponibilité.

Des améliorations prudentes du procédé devraient, en limitant le risque d'aléas, se traduire par une meilleure gestion des effluents et des déchets et par un contrôle rigoureux de l'impact des installations sur l'environnement.

Compte-tenu de l'expérience d'exploitation des usines actuellement en service, des dispositions ont été prises qui devraient avoir des répercussions particulièrement bénéfiques pour la sûreté : la réduction des expositions individuelles, en particulier pour le groupe des travailleurs le plus exposé, les méthodes de maintenance des équipements et le traitement en ligne des déchets.

*La rationalisation des méthodes d'analyse de sûreté et la définition d'objectifs de sûreté clairs, sous forme de quelques Règles Fondamentales de Sûreté, permettent de prendre en compte de façon plus satisfaisante les risques d'accidents et de rendre plus efficace le dialogue entre les concepteurs et les autorités de sûreté.*

*Enfin, la mise en place d'un système d'obtention de la qualité doit se traduire par l'assurance d'une bonne réalisation, ce que devront confirmer les campagnes d'essais à venir, avant d'aborder la mise en service industrielle.*

## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] P. Auchapt, L. Patarin, M. Tarnero, "Development of a continuous dissolution process for the new reprocessing plants at La Hague", International topical meeting on fuel reprocessing and waste management, Jackson Hole (USA), 26-29 Aug. 1984.
- [2] Chauve, Decours, Demay, Pelras and Simmonet, "Construction materials for spent fuel reprocessing plants", Nuclear Europe (Journal of ENS), 2/1986.
- [3] Règles applicables à la prévention des risques chimiques  
- A) Protection contre l'incendie, Règle n°1.4 a, Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires, Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur.
- [4] Règles applicables à la prévention des risques dus aux rayonnements ionisants - C) Risques de criticité, Règle n°1.3 c, Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires, Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur.
- [5] M. Delange, "25 ans de sûreté et radioprotection dans les usines de retraitement", Revue Générale Nucléaire, N°1 janvier-février 1984.
- [6] G. Damette, S. Merlin and B. Vigneux, "Vitrification of high-level radioactive waste in France", Part 1 : The industrial aspects, Nuclear Europe (Journal of ENS), 2/1985.
- [7] Dispositions générales applicables à la production, au contrôle, au traitement, au conditionnement et à l'entreposage des divers types de déchets résultant du traitement de combustibles irradiés dans des réacteurs nucléaires à l'eau ordinaire sous pression, Règle N°III.2.a, Dispositions particulières : Règles N°III.2.b, III.2.c, III.2.d.  
Règles Fondamentales de Sûreté, Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires, Ministère de la Recherche et de l'Industrie.

## DESTINATAIRES

### DIFFUSION CEA

M. le Haut Commissaire	STAS
DSE	SASC
DDS	SAEG
IPSN	SAM
IPSN : M. SCHMITT	SPI
IPSN : M. CANDES	BEP
DRSN : M. BUSSAC	DERS Cadarache
DRSN : M. PELCE	SES Cadarache
DAS	SERE Cadarache
SRDE	SIES Cadarache
BDSN	SESRU Cadarache
LEFH	SRSC Valduc
BAIN	SEAREI
GCSR	DPS/FAR + DPS/DOC : Mme BEAU
SASR	DPT/FAR
SACP	DSMN/FAR
SAEP	CDSN/FAR : Mme PENNANEACH
SGNR	UDIN/VALRHO
SAREP	DEDR Saclay
SASICC	DRNR Cadarache
SASLU	DRE Cadarache
SASLU/VALRHO	DER Cadarache
SEC	DEMT Saclay
SAET	DMECN/DIR Cadarache
SAED	DMECN Saclay
	DRE/STT Grenoble
	DRE/SETH Grenoble
	Service Documentation Saclay : Mme COTTON (3 ex.)
	Service Documentation Cadarache : Mme REY

### DIFFUSION HORS CEA

Secrétariat Général du Comité Interministériel de la Sécurité Nucléaire : M. CUREAU  
Conseil Général des Mines : M. DE TORQUAT  
Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires : M. LAVERIE (+ 3 ex.)  
Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires - FAR  
Monsieur le Président du G.P.d. : M. GUILLAUMONT  
Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières : Mlle TISSIER  
FRAMATOME : M. le Directeur Général  
NOVATOME : M. le Directeur Général  
TECHNICATOME : M. le Directeur Général  
TECHNICATOME : Service Documentation  
EDF / L'inspecteur général de sûreté et de sécurité nucléaires : M. TANGUY  
EDF / SEPTEN (2 ex.)  
EDF / SPT  
M. HOHLEFELDER ) Bundes Ministerium für UMWELT, NATURSCHUTZ  
M. BREEST ) und REAKTORSICHERHEIT - BONN (RFA)  
M. KREWER - Bundes Ministerium für Forschung und Technologie - BONN (RFA)  
M. BIRKHOFER - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)  
M. JAHNS - Gesellschaft für Reaktorsicherheit - KOLN (RFA)  
M. HAUBER - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)  
M. BECKJORD - U.S.N.R.C. - WASHINGTON (E.U.)  
M. E.A. RYDER - U.K.A.E.A. - Safety and Reliability Directorate - RISLEY (G.B.)  
M. J.S. Mc LEOD - Nuclear Installations Inspectorate - LIVERPOOL (G.B.)  
M. GONZALES - Consejo de Seguridad Nuclear - MADRID (ESPAGNE)  
M. José DE CARLOS - Consejo de Seguridad Nuclear - MADRID (ESPAGNE)  
M. C. BORREGO - Département de l'Environnement - Université d'AVEIRO (PORTUGAL)  
M. E. HELLSTRAND - STUDSVIK ENERGITEKNIK AB -  
Nuclear Division, Safety and System Analysis - NYKOPING (SUEDE)

M. NASCHI - Direttore Centrale della Sicurezza Nucleare e della Protezione Sanitaria -  
ENEA - ROMA (ITALIE)  
M. P. VANNI - Direttore relazioni esterne e informazione -  
ENEA - ROMA (ITALIE)  
M. ZHANG YU MAN - National Nuclear Safety Administration (CHINE)  
M. MA FUBANG, Director of the Nuclear Electricity Office - MIN (CHINE)  
M. KANDA - MITI (JAPON)  
M. EIICHI TSUJI - Science & Technology Agency -  
Director of the Nuclear Safety Division (JAPON)  
M. OKASAKI - Science & Technology Agency - Nuclear Safety Division (JAPON)  
M. FUKETA - JAERI - Center of Safety Research (JAPON)

COPIE (SANS P.J.)

M. CHAVARDES (Attaché près de l'Ambassade de France aux Etats-Unis)  
M. FELTEN (Attaché près de l'Ambassade de France au Japon)  
M. WUSTNER (Attaché près de l'Ambassade de France en RFA)  
M. GOURIEVIDIS (Attaché près de l'ambassade de France en Chine)